



**António Manuel Alves Conversão da energia solar em energia eléctrica no
3º ciclo E. B.**



António Manuel Alves Conversão da energia solar em energia eléctrica no 3º ciclo do Ensino Básico

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Ensino da Física, realizada sob a orientação conjunta da Professora Doutora Isabel Malaquias, Professora Associada do departamento de Física da Universidade de Aveiro e do Professor Doutor António Cunha, Professor Auxiliar do departamento de Física da Universidade de Aveiro.

O júri

Presidente

Professor Doutor João de Lemos Pinto

Professor Catedrático do Departamento de Física da Universidade de Aveiro

Professor Doutor António José dos Santos Neto

Professor Associado do Departamento de Pedagogia e Educação da Universidade de Évora

Professor Doutor Isabel Maria Coelho de Oliveira Malaquias

Professora Associada do Departamento de Física da Universidade de Aveiro (Co-orientadora)

Professor Doutor António Ferreira da Cunha

Professor Auxiliar do Departamento de Física da Universidade de Aveiro (Orientador)

Agradecimentos

Aos Professores Doutora Isabel Malaquias e Doutor António Cunha, responsáveis pela co-orientação deste trabalho, quero agradecer os seus ensinamentos, as suas opiniões esclarecidas, o seu apoio e incentivo que contribuíram para levar esta tarefa a bom porto.

Aos meus colegas de mestrado pelo espírito de colaboração e amizade que se desenvolveu entre nós.

Ao Conselho Executivo e colegas da Escola EB 2,3 de Vilarinho do Bairro, pela compreensão e facilidades concedidas durante a realização desta pesquisa.

A todos os que, de uma maneira ou outra, me ajudaram ao longo da elaboração deste trabalho.

Finalmente, à minha esposa e aos meus filhos, pela paciência, encorajamento, e estímulo constante dispensado ao longo deste trabalho.

A todos, um bem-haja.

Palavras-chave

Metodologia de Trabalho de Projecto, Área de Projecto, Ensino Básico, Energia Solar, Células Fotovoltaicas

Resumo

A revisão curricular do 3º ciclo do ensino básico introduziu uma área curricular não disciplinar - Área de Projecto. Esta procura envolver os alunos na concepção e realização de projectos, permitindo-lhes articular saberes em torno de problemas ou temas de pesquisa. Tem como finalidades desenvolver competências sociais, aprender a resolver problemas, integrar saberes contextualizados. A Área de Projecto constitui um espaço privilegiado para a implementação da metodologia de trabalho de projecto.

Vivemos numa sociedade que consome cada vez mais energia, e cada vez tem maiores preocupações ambientais. No entanto, a maior parcela dessa energia é obtida a partir dos combustíveis fósseis. Numa época em que o petróleo atinge preços recordes e o protocolo de Quioto impõe grandes restrições à emissão de CO₂, a produção de energia por vias alternativas torna-se premente.

A sensibilização dos mais novos, neste caso alunos do 3º Ciclo do Ensino Básico, para a problemática da energia e para a utilização de energias renováveis pode ser um bom veículo para a disseminação destas atitudes pela sociedade.

Além disso, o ensino das ciências em geral e da física em particular deve estar contextualizado, ou seja os conceitos devem ser explorados quando haja necessidade de os usar. Assim este trabalho permitiu aos alunos a exploração de conceitos de física para a consecução do seu projecto, no âmbito das aulas de Área de Projecto. Puderam assim vivenciar e desenvolver, em grupo, competências de trabalho de projecto.

Este estudo foi desenvolvido a partir do seguinte problema central “Como desenvolver estratégias a utilizar na disciplina de Área de Projecto que visem a exploração/desenvolvimento de conceitos físicos associados com a conversão fotovoltaica da Energia Solar?”. Os alunos envolvidos pertenciam ao 8º ano de escolaridade. O estudo pretendeu conhecer as reacções e atitudes dos alunos perante a estratégia delineada, analisando o desenvolvimento de competências de trabalho de projecto ao longo do tempo e também em termos dos produtos finais, bem como a ocorrência de eventuais impactos extra-aula.

Para o desenvolvimento deste trabalho de investigação foi adoptada uma metodologia de tipo qualitativa. Os instrumentos de recolha de dados foram a observação directa, um questionário com questões abertas e os cadernos dos alunos (que funcionaram como diário de bordo). Além disso também foram analisados os protótipos construídos.

Com este estudo verificou-se que esta metodologia foi adequada para a exploração de forma autónoma e contextualizada de alguns conceitos de física por parte dos alunos e permitiu que mobilizassem saberes científicos e tecnológicos para resolver problemas de uma forma mais autónoma e interessada. Verificou-se também que adquiriram uma maior sensibilização para a utilização de energias renováveis em geral e da solar em particular, com alguns reflexos práticos em termos da comunidade local.

Keywords

Project work methodology, Área de Proyecto, Basic Education, Solar Energy, Fotovoltaicas cells.

Abstract

The curricula revision for the secondary school (7th – 9th grades) created a new School subject called “Área de Proyecto”. Here the aim is to involve students in the planning and carrying out of projects, making it possible for them to articulate different knowledge related to problematic situation or research themes. The ultimate aims are the development of social skills, the acquisition of problem solving abilities and the integration of different knowledge in specific contexts. “Área de Proyecto” is, therefore, a privileged space for the implementation of the project work methodology.

We live in a society that consumes more and more energy. On the other hand, there's a greater concern for the environment. In spite of that, most of the energy we consume is obtained from fossil fuels. Now that the oil prices are reaching record prices and the Kyoto protocol establishes restrictions on the CO₂ emissions, it becomes urgent to turn to the renewable energies.

Making the youngest, secondary school pupils in this case, aware of the energy problems and the need for a greater utilisation of the renewable energies, may be a good way of changing the attitude of the whole society toward the energy consumption.

Furthermore, the teaching of science in general and physics in particular must be put into context that is, concepts should be explored when there is the need to use them. Hence, this work allowed the students to explore physical concepts for the carrying out of their project, which they developed in the “Área de Proyecto” lessons. This way, they could experience and develop, in groups, some project work skills.

The study presented in this thesis evolved from the following central question: “How can one develop strategies, to be implemented in the school subject “Área de Proyecto”, aiming the exploration of physical concepts associated with the photovoltaic conversion of the Solar Energy?” The students involved in this study were in the 8th grade of their studies. The study intended to find out and identify the students' reactions and attitudes in the face of the implemented strategy. This was achieved by analysing the development of project work skills as time evolved, the final output and also the occurrence of any eventual impact outside the class.

To carry out this study a qualitative type methodology was adopted. The tools for the data collection were the direct observation of the students at work, a questionnaire with open questions, and the students' notebooks (which worked as “navigation diaries”). Besides, the built prototypes were also analysed.

With this study it was possible to verify that the implemented methodology was the adequate one for the autonomous and contextualised exploration of some physical concepts by the students and it allowed them to use scientific and technological knowledge to solve problems in a more independent and committed way. We could also observe that they became more aware of the need to use renewable energies in general and solar energy in particular, having this some practical reflexes on the local community.

ÍNDICE

1 – A TEMÁTICA DESENVOLVIDA	1
1.1. INTRODUÇÃO	1
1.2. RELEVÂNCIA DO TEMA	3
1.3. A QUESTÃO EM ESTUDO E OS OBJECTIVOS DA INVESTIGAÇÃO	4
1.4. PLANO DA INVESTIGAÇÃO	6
2 - CONTEXTUALIZAÇÃO DO ESTUDO	9
2.1. INTRODUÇÃO	9
2.2. O TRABALHO PRÁTICO NO ENSINO DA FÍSICA	9
2.3. RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS	17
2.4. O ENSINO BASEADO EM PROJECTOS	22
2.5. TRABALHO DE PROJECTO VERSUS RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS	30
2.6. A ÁREA DE PROJECTO	33
2.7. AS ENERGIAS RENOVÁVEIS NO 3º CICLO DO ENSINO BÁSICO	36
2.8. AS CÉLULAS FOTOVOLTAICAS	40
2.9. CONCEITOS FÍSICOS EXPLORADOS	48
3 – METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO	57
3.1. TIPO DE INVESTIGAÇÃO	57
3.2. TÉCNICAS DE RECOLHA DE DADOS	61
3.3. CONSTRUÇÃO DOS INSTRUMENTOS DE RECOLHA DE DADOS	64
4 – DESCRIÇÃO E ANÁLISE DO ESTUDO	67
4.1. SUJEITOS PARTICIPANTES DA INVESTIGAÇÃO	67
4.2. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO	67
4.3. ANÁLISE DE DADOS	78
4.3.1 Análise de conteúdo	78
4.3.2 Análise dos inquéritos	80
4.3.3 Análise dos registos dos alunos nos seus cadernos	88
4.3.4 Análise dos registos do professor / investigador	93
4.4. PRODUTOS OBTIDOS	94
5 – CONCLUSÕES E REFLEXÕES FINAIS	99
5.1. INTRODUÇÃO	99
5.2. LIMITAÇÕES DO ESTUDO	101
5.3. CONCLUSÕES	101
6 – BIBLIOGRAFIA	107

1 – A TEMÁTICA DESENVOLVIDA

1.1. INTRODUÇÃO

Uma das alterações introduzidas pela revisão curricular do 3º ciclo do ensino básico foi a criação de uma área curricular não disciplinar – Área de Projecto. Esta procura envolver os alunos na concepção e realização de projectos, permitindo-lhes articular saberes em torno de problemas ou temas de pesquisa (Decreto-Lei Nº 6/2001 de 18 de Janeiro). Tem como finalidades:

- Desenvolver competências sociais, tais como a comunicação, o trabalho em equipa, a gestão de conflitos, a tomada de decisões e a avaliação de processos;
- Aprender a resolver problemas, partindo das situações e dos recursos existentes;
- Promover a integração de saberes através da sua aplicação contextualizada;
- Desenvolver as vertentes de pesquisa e intervenção, promovendo a articulação das diferentes disciplinas;

A Área de Projecto constitui um espaço privilegiado para a implementação da metodologia de trabalho de projecto. O ensino/aprendizagem baseado em projectos enfatiza as actividades de aprendizagem de longo prazo, interdisciplinares, centradas nos alunos e integra situações reais. Um benefício imediato desta metodologia é a possibilidade de maior motivação dos alunos, co-responsabilizando-os na sua própria aprendizagem.

Sendo a metodologia de trabalho de projecto pouco utilizada nas nossas escolas e havendo um tempo consignado para esse efeito, pretendeu-se utiliza-lo na sua adequação a projectos de Física. Assim, este estudo ambicionou acompanhar e analisar criticamente o desenvolvimento de uma metodologia de projecto, por alunos do Ensino Básico em torno de uma temática actual que

proporcionou o estudo e a exploração de vários conceitos de física. O projecto desenvolvido pelos alunos recaiu sobre a conversão fotovoltaica como uma possível resposta à crise energética.

A energia está presente em todas as actividades realizadas pelos seres humanos, assumindo, assim uma enorme importância ao nível económico e político. Daí advém, hoje em dia, uma grande preocupação mundial, que se deve a vários factores. O principal factor reside no facto de termos uma sociedade baseada no petróleo. A utilização do petróleo tem problemas ambientais associados que continuamente se vêm agravando, dos quais se destaca a ampliação do efeito estufa e o consequente aumento da temperatura global do planeta. Como resposta surgiu o “Protocolo de Quioto”, onde os estados signatários se comprometem a reduzir as emissões de gases com efeito de estufa, provenientes da combustão dos combustíveis fósseis.

O petróleo como recurso finito que é, poderá esgotar-se a médio prazo. Mas tal como a idade da pedra acabou sem terem acabado as pedras, também acreditamos que a idade do petróleo se acabe sem se esgotar o petróleo, pois devido aos problemas associados ao petróleo, em particular e aos combustíveis fósseis em geral, outras fontes de energia estão a ser cada vez mais utilizadas. Em todo o mundo há pesquisas de forma a tornar as fontes de energia alternativa mais eficientes e com maior rentabilidade, mas este desenvolvimento tecnológico poderá demorar muito e nada sabemos sobre como será a sua eficácia. Além disso, o consumo mundial de energia “*per capita*” continua a aumentar. Como tal, urge disseminarmos a informação sobre as alternativas ao consumo tradicional de energia. Pensamos que os alunos do ensino básico possam ser um bom veículo dessa difusão.

A conversão da energia solar em energia eléctrica é uma das alternativas possíveis. Essa conversão é feita com sistemas fotovoltaicos. Os sistemas fotovoltaicos de produção de energia são sistemas que através de células fotovoltaicas convertem a energia solar directamente em energia eléctrica. As células são ligadas entre si formando os painéis. Em relação ao ambiente, a produção de energia pelos sistemas fotovoltaicos não liberta nenhum tipo de

resíduo além de serem fontes silenciosas. Isto permite a sua instalação perto dos consumidores, que por sua vez contribui para a redução das perdas na transmissão da energia eléctrica produzida.

Este estudo permitiu verificar que esta metodologia é apropriada para desenvolver trabalhos em física de uma forma contextualizada e que os alunos mobilizaram saberes científicos e tecnológicos para resolver problemas de uma forma mais autónoma e interessada. Verificou-se também que adquiriram uma maior sensibilização para a utilização de energias renováveis em geral e da solar em particular, com alguns reflexos práticos em termos da comunidade local.

1.2. RELEVÂNCIA DO TEMA

Pelo que foi dito, pareceu-nos que o tema tem relevância para a sociedade em geral e para os alunos do ensino básico em particular. Não que fosse mais um tema para ser abordado de uma forma muito académica, mas que a sua abordagem sensibilize para a causa da energia limpa e que os alunos se apropriem do problema energético de forma a tornarem-se agentes de disseminação da utilização de fontes de energia renováveis, contribuindo desta forma para a sustentabilidade na Terra.

Este tema tem importância no ensino básico por permitir a utilização de conceitos físicos em situações concretas e contextualizadas. Assim estes conceitos são utilizados para resolver problemas concretos o que se aproxima de uma investigação científica. Visto que é um excelente tema para ser explorado em termos de actividades práticas, de índole experimental e laboratorial, poderá contribuir para o realce da riqueza educativa daquele tipo de ensino nesta área, já que "aprender fazendo, questionando, interpretando" tem-se revelado uma forma de contribuição para desenvolver a aprendizagem conceptual e uma melhor compreensão da ciência (Garnett, 1995).

A visão construtivista do ensino diz-nos que o conhecimento é construído na mente dos alunos, pelo que a aprendizagem requer actividade mental, ocorre

por insatisfação com o conhecimento actual do aluno, tem uma componente social e precisa de aplicações que evidenciem a sua utilidade. Além disso, as ideias prévias dos alunos afectam a sua aprendizagem. Afigura-se que o trabalho prático articulado com estas asserções pode produzir muito para além do que a simples aquisição de competências processuais, pode ser um instrumento da compreensão da própria ciência.

1.3.A QUESTÃO EM ESTUDO E OS OBJECTIVOS DA INVESTIGAÇÃO

A revisão curricular para o 3º ciclo do ensino básico, introduziu uma disciplina não curricular – Área de projecto – destinada a envolver os alunos na “concepção, realização e avaliação de projectos, através da articulação de saberes de diversas áreas curriculares, em torno de problemas ou temas de pesquisa ou de intervenção”. Assim, o trabalho de projecto situa-se na relação entre o saber e o saber fazer, na articulação entre as aquisições académicas e a transferência para o dia a dia, utilizando estratégias que ajudem a fazer a ponte entre os conhecimentos escolares e quotidianos.

Vivemos numa sociedade que consome cada vez mais energia, e com preocupações ambientais cada vez maiores, embora a maior parcela da energia consumida seja produzida a partir dos combustíveis fósseis. Numa época em que o petróleo atinge preços recordes, a produção de energia por vias alternativas torna-se premente.

A sensibilização dos mais novos, neste caso alunos do 3º ciclo do ensino básico, para a problemática da energia e para a utilização de energias renováveis, pode ser desenvolvida através de um projecto de estudo de células fotovoltaicas e suas aplicações. E simultaneamente explorar, desenvolver e aplicar conceitos físicos em situações reais.

Poderá a disciplina de Área de Projecto ser aproveitada para:

- o desenvolvimento de projectos CTS-A?
- sensibilizar os alunos para a problemática da energia?

- consciencializar os alunos para questões ambientais?
- desenvolver competências de resolução de problemas?
- aplicar conceitos de física em situações concretas?

Todas estas questões levaram-nos à formulação de uma questão de partida mais concreta, que orientasse e clarificasse, desde o início, a investigação desenvolvida. A questão a que se chegou foi:

Como desenvolver estratégias a utilizar na disciplina de Área de Projecto que visem a exploração/desenvolvimento de conceitos físicos associados à conversão fotovoltaica da Energia Solar?

A necessidade crescente da utilização das energias renováveis, levou-nos a propor um trabalho que permitisse aos alunos ficarem mais sensibilizados para a sua utilização. Assim, este trabalho teve como finalidades de ensino contribuir para que os alunos:

- aumentem e melhorem os conhecimentos sobre energias renováveis;
- compreendam os contributos do conhecimento científico sobre as energias renováveis, nas decisões do foro económico, social, político e ambiental;
- desenvolvam uma visão integradora da Ciência, da Tecnologia, da Sociedade e do Ambiente.

Desta forma, e tendo por base a questão anterior e as finalidades apresentadas, propusemo-nos realizar um estudo qualitativo, na escola E.B. 2,3 de Vilarinho do Bairro, com os seguintes objectivos:

Desenvolver uma estratégia de ensino/aprendizagem que permitisse introduzir o tema da conversão fotovoltaica da Energia Solar, explorando simultaneamente os conceitos físicos inerentes, através de

- o desenvolvimento/construção de células fotovoltaicas a partir de materiais acessíveis;
- o caracterização de parâmetros físicos importantes para o funcionamento de células fotovoltaicas;

- o construção / montagem de um painel de células fotovoltaicas para aplicações práticas (por exemplo: para iluminação nocturna duma parte da escola, alimentação dum chafariz, mover um veículo, etc. ...).

Procuramos conceber uma proposta de trabalho que utilizasse metodologias adequadas ao ensino das ciências e às necessidades do ensino.

Julgávamos conseguir com este trabalho um conhecimento mais concreto sobre a forma como os alunos aplicam os conhecimentos da física em contexto real. Que permitisse saber se os alunos ficavam sensibilizados para a problemática energética e consequências ambientais, reconhecendo alternativas. Pensávamos que com este trabalho se poderia também contribuir para o conhecimento da reacção dos alunos para com o trabalho experimental e laboratorial. Considerávamos possível mostrar que a disciplina de Área de Projecto pode contribuir para o desenvolvimento de projectos de disciplinas de ciências em geral e de Ciências Físico – Químicas em particular.

1.4. PLANO DA INVESTIGAÇÃO

Após a selecção do tema de estudo, foi definida a questão problema assim como os objectivos da investigação. Seguiu-se a planificação, na qual constavam a revisão da literatura; construção, por parte do investigador, de células fotovoltaicas com materiais acessíveis e sua caracterização; concepção e implementação, na disciplina de Área de Projecto, de um projecto sobre a conversão fotovoltaica; construção por parte dos alunos das células orgânicas e de cobre, assim como a respectiva caracterização; aplicação prática de células fotovoltaicas nos projectos dos alunos; aplicação de inquérito por questionário aberto; análise dos dados e por fim discussão, reflexão e elaboração das conclusões.

A revisão da literatura é uma fase importante para a obtenção de informação sobre a área em estudo e afins, tendo sido feita uma pesquisa de literatura científica sobre a construção, o modo de funcionamento e as aplicações

das células e painéis fotovoltaicos. Estudou-se também a bibliografia científica na área do trabalho de projecto, resolução de problemas, trabalho prático. De salientar que esta fase nunca se deu por esgotada, já que se considerou toda a pesquisa efectuada até ao momento em que se procedeu à redacção final do presente trabalho.

As células de Grätzel não eram do conhecimento do investigador, pelo que este começou por construir e caracterizar algumas destas células. Foram também construídas células de óxido de cobre IV.

Simultaneamente, nas aulas da disciplina de Área de Projecto, os alunos elaboravam os planos dos respectivos projectos, faziam pesquisas sobre os seus projectos, contactavam com várias entidades e empresas para obter ajudas.

Na fase seguinte, os alunos construíram as células de Grätzel e de óxido de cobre IV, fazendo a respectiva caracterização. Durante esta fase o investigador procedeu à recolha de dados, numa observação participada.

De seguida, os alunos elaboraram os seus projectos utilizando as células fotovoltaicas. O investigador continuou com a recolha de dados. Durante todo o projecto, os alunos foram registando o que faziam, fazendo tipo “diário de bordo”.

Foi elaborado um questionário com o intuito de conhecer as opiniões dos alunos, as actividades onde tiveram maiores dificuldades e aquelas que mais gostaram. Este questionário foi aplicado no fim do ano lectivo.

A Análise de Dados foi feita sobre os registos dos cadernos dos alunos e as respostas ao questionário e sobre os trabalhos realizados, isto constituiu o nosso *corpus*. Posteriormente, definiram-se as Categorias de Análise e procuraram-se padrões que conduziram às Categorias de Resposta

Terminada a fase de elaboração de Categorias de Resposta, procedeu-se à discussão dos resultados, reflexão sobre a análise feita e elaboração das conclusões.

2 - CONTEXTUALIZAÇÃO DO ESTUDO

2.1. INTRODUÇÃO

Para a realização deste trabalho foi necessário recorrer a conhecimento de vários domínios que se podem inter relacionar entre si. Construir uma célula fotovoltaica numa aula de Área de Projecto, implica termos referências sobre o trabalho de projecto e trabalho prático. Precisamos de saber o que a literatura nos diz sobre a resolução de problemas. Que diferenças existem entre o trabalho de projecto e a resolução de problemas. A crise energética também deve ser abordada num ensino de visão CTS-A e a apresentação de uma solução - A energia solar. Nesta contextualização também são apresentados os vários tipos de células fotovoltaicas assim como os princípios físicos que estão subjacentes ao funcionamento. São também apresentados os conceitos físicos explorados pelos alunos na realização do trabalho.

2.2. O TRABALHO PRÁTICO NO ENSINO DA FÍSICA

A expressão “trabalho prático” é usada em muitas situações nas aulas de Física, para variadas actividades. Outras vezes são usados os termos “trabalho experimental”, “trabalho laboratorial” e “trabalho de campo”. Será conveniente começar por distinguir os seus significados. Com base em Leite (2001), “trabalho prático” é um conceito que engloba todos os outros. Pressupõe que os alunos estejam em actividades em que estejam activamente envolvidos, que inclui todas as actividades psicomotoras, cognitivas ou afectivas. O “trabalho prático” pode incluir “actividades laboratoriais”, “trabalhos de campo”, actividades de resolução de exercícios ou problemas, utilização de um programa informático, realização de entrevistas, simulações informáticas ou pesquisa de informação na Internet, ...

Desta forma o “trabalho prático” engloba o “trabalho laboratorial” e “trabalho de campo”, que não necessitam para o seu uso de uma metodologia própria. Para a sua implementação podem ser usadas metodologias variadas. Carmen, citado por Dourado (2001), identificou um conjunto de características que os individualiza:

- a) São realizados pelos alunos;
- b) Utilizam procedimentos científicos com características diferentes; (observação, formulação de hipóteses, realização de experiências, técnicas manipulativas, elaboração de conclusões, etc.) e com diferentes graus de aproximação relativamente ao nível dos alunos;
- c) Requerem a utilização de materiais específicos, semelhantes aos usados pelos cientistas;
- d) Decorrem com frequência em espaços diferentes da aula (laboratório, campo);
- e) Envolvem certos riscos;
- f) São mais complexas de organizar do que as actividades habitualmente realizadas, nas quais os alunos se limitam a escutar, ler ou resolver exercícios de papel e lápis.

A diferença essencial entre o “trabalho laboratorial” e o “trabalho de campo” é o local onde se realiza. O “trabalho de campo” realiza-se fora das paredes da escola. A realização do “trabalho laboratorial” requer a utilização de material de laboratório, pelo que se realiza no laboratório. O “trabalho laboratorial” pode ser realizado numa sala de aulas normal, se não houver problemas de segurança.

No “trabalho experimental”, as actividades envolvem o controlo e manipulação de variáveis. Estas actividades tanto podem ser de laboratório como de campo. Desta forma um “trabalho laboratorial” ou um “trabalho de campo” poderá ser considerado de “trabalho experimental” ou não, conforme haja ou não controle de variáveis.

O “trabalho prático” pode assumir diferentes papéis no ensino, de acordo com os objectivos que se pretende alcançar, o tipo de experiência, qualitativa ou quantitativa, demonstrativa ou investigativa, com maior ou menor orientação por parte do professor e deve ser determinada em função de cada situação específica. Em todos os casos, uma parte muito importante é o antes e o depois. Se os alunos não fizerem uma reflexão prévia à actividade experimental, se não fizerem uma previsão dos resultados, então grande parte do trabalho prático converte-se em trabalho inútil em termos pedagógicos. Segundo Hodson (Hodson 1994) o trabalho prático é composto por 4 elementos principais:

- Uma fase de planificação durante a qual se fazem perguntas, se formulam hipóteses, se idealizam procedimentos experimentais e se seleccionam as técnicas.
- Uma fase da realização na qual se põem em prática várias operações e se recolhem dados.
- Uma fase de reflexão na qual se examinam e interpretam os resultados experimentais por várias perspectivas teóricas.
- Uma fase de registo e elaboração onde se dão a conhecer o procedimento e a sua fundamentação, os resultados obtidos, as interpretações e as conclusões extraídas.

Estas actividades não estão completamente separadas. Fazer ciência é uma actividade pouco metódica e imprevisível pelo que exige que cada cientista tenha a sua maneira de actuar. Por isso, pode-se afirmar que não existe método universal. Não se pode aprender a fazer ciência, aprendendo uma receita ou uma série de processos aplicados a todas as situações. Um trabalho prático que pretenda aproximar-se de uma investigação tem de deixar de ser exclusivamente experimental e integrar outros aspectos essenciais da actividade científica.

O trabalho experimental nas aulas de ciências é pouco utilizado em Portugal, predominando demonstrações e verificações experimentais (Almeida 2001, Cachapuz et al. 1989). Esta prática deve-se ao facto de durante muito tempo os “trabalhos práticos” sugeridos nos currículos das ciências, terem sido para comprovar princípios científicos, dos quais se obtinha um resultado correcto

se se seguissem adequadamente as instruções. Muitas vezes, os objectivos das experiências que se realizam não são esclarecidos. Em consequência desta situação, os alunos não sabem muitas vezes por que estão a realizar uma dada experiência e porque se utilizam aqueles procedimentos e não outros (Almeida 2001). Esta maneira de conceber o “trabalho prático” não só não contribuiu para obter aprendizagens significativas como reforça a visão empirista que os alunos têm e apresenta a ciência como um corpo de conhecimentos verdadeiros e imutáveis. Estes trabalhos não motivam os alunos, podendo-lhes causar aborrecimento e apatia pelas ciências e pelo trabalho científico.

A evolução no ensino experimental das ciências levou à introdução das actividades de descoberta. Estas actividades assentavam no mito de que, sem a influência de quaisquer preconceitos teóricos, a observação permite a aquisição directa e fidedigna a conhecimentos seguros sobre o mundo (Almeida 2001).

Uma das possíveis formas de motivar os alunos para a ciência é envolvê-los nas diversas fases do “trabalho prático” como por exemplo na identificação de problemas, na estipulação de objectivos, na planificação da actividade cabendo ao professor o papel de orientador. Estas fases não são contempladas ou são subvalorizadas pelo “trabalho prático” tradicional. O “trabalho prático” deve deixar de ser visto como uma actividade autónoma, visto que a actividade científica abarca muito mais do que a experimentação e esta tem sido tomada isoladamente. O “trabalho prático” deve ser visto como actividade de selecção, identificação e resolução de problemas, necessitando para isso do envolvimento dos alunos e pressupondo abordagens investigativas. Ou seja, é necessário reconceptualizar o trabalho prático que, segundo Almeida (2001) deve sustentar-se num conjunto de pressupostos epistemológicos, dos quais destaca:

“a) as observações científicas, como todos os processos científicos, não ocorrem num vazio conceptual; são condicionadas e estão impregnadas de teoria, desde a observação à elaboração de hipóteses e de conclusões até à selecção do equipamento e experimentação a realizar e, como tal, é o conhecimento conceptual que guia os processos científicos e não, simplesmente, o resultado da sua utilização;

- b) o processo de conhecimento desenvolve-se sobretudo a partir de problemas e da sua resolução e não, apenas, por processos de indução a partir de dados de observação e experimentação;*
- c) não existe um método científico, único e universal, que permita aceder ao conhecimento do mundo, mas várias metodologias que dependem do problema a investigar e dos contextos de investigação;*
- d) há uma implicação inevitável do sujeito de investigação e dos seus pares no processo de produção de conhecimento.”*

Conceber o “trabalho prático” com tal orientação e propósitos pressupõe decidir acerca de temáticas e questões orientadoras da sua concepção e planeamento, podendo (devendo) privilegiar-se as que, despertando interesse dos alunos, contribuam para a educação do exercício da cidadania (Pedrosa 2001). Na aprendizagem das ciências, os alunos têm de se envolver nas várias fases dos processos investigativos.

O “trabalho prático” deve ser dirigido de maneira a construir um meio para estimular e impulsionar os alunos a superar a fase de ilusão de conhecimento resultantes da sobrevalorização de definições, formalismos e algoritmos. O “trabalho prático” tem de ser concebido como um dos meios para que haja aprendizagens significativas. No entanto, as aprendizagens significativas requerem estratégias de ensino que provoquem grande envolvimento por parte dos alunos, essencial para a articulação entre o conhecimento teórico e o conhecimento prático, criando relações entre as actividades que realizam nas aulas de ciências e as vivências do seu quotidiano. Desta forma, ao integrar o conhecimento teórico com o prático, há uma promoção do entendimento dos fenómenos que os rodeiam no dia a dia, fora das salas de aulas e os alunos reconhecem a relevância e o interesse da aprendizagem das ciências.

O “trabalho prático” adquire um papel central no ensino das ciências pelo facto de potenciar o estímulo para aprendizagens significativas. Para tal, é necessário que os alunos compreendam, apreciem a importância, adequação e pertinência das actividades propostas e propósitos pretendidos, reconhecendo-

lhes interesse e valor. Para que isto aconteça é necessário que os objectivos lhes sejam apresentados de forma compreensível, adequada e com pertinência. Estas condições são necessárias para que os alunos se empenhem na sua planificação, no seu desenvolvimento e na sua implementação, esforçando-se por compreender a razão das diferentes etapas, articulando-as. Fazendo previsão dos resultados, registando-os, discutindo-os e comunicando o que fizeram, como fizeram, porque fizeram, que conclusões retiraram e em que se fundamentaram.

Conceber e orientar o “trabalho prático” desta forma é difícil, quanto mais não seja pela carência, ou mesmo ausência, de vivências dos próprios professores em processos semelhantes, além de exigir atitudes diversas das requeridas no ensino tradicional. No entanto, é necessário que estes se envolvam em “trabalho prático” com esta orientação para se familiarizarem com meios e recursos necessários à articulação entre conhecimento prático necessário na planificação e implementação de actividades laboratoriais e teórico, requerido para interpretar e explicar fenómenos então observáveis, clarificando, antes de mais e para si próprios, teias complexas de relações entre um e outro. Conceber um trabalho prático que não seja uma aplicação de um algoritmo ou de regras fixas e determinadas, considerando que existe um método científico, único e universal, é difícil e é muito moroso.

Dependendo de exigências do currículo e de propósitos específicos, especialmente os emergentes de carências de aprendizagem dos alunos, pode ser sensato, oportuno e necessário recorrer-se a actividades práticas de natureza diversificada, para além das integradas em investigação genuína, designadamente exercícios, experiências ilustrativas e/ou comprovativas.

As experiências dos alunos fora da escola formam ligações com as experiências da ciência escolar e vice-versa. O estabelecimento destas inter-relações subentende que haja aprendizagens significativas. A semelhança dessas vivências pode despoletar curiosidade e interesse pelas ciências. Assim, e de acordo com Pedrosa (Pedrosa 2001), importará que, relativamente ao “trabalho prático”, os professores de ciências:

- “- clarifiquem para eles próprios os propósitos do “trabalho prático” em que pretendem que os alunos se envolvam;*
- concebam e orientem, viabilizando, nas suas diversas fases, diagnóstico de conhecimento prévio e interesses dos seus alunos;*
- assumam o seu papel de orientadores para:*
 - estimular reconhecimento da importância de aprender (qualquer das) ciências como meio para melhor compreender fenómenos e acontecimentos exteriores a espaços escolares, próximos de experiências quotidianas dos alunos;*
 - interpretar aqueles fenómenos e acontecimentos e explicá-los – requisito fundamental para exercício informado e fundamentado de cidadania;*
- o implementem, regulando interacções inter-alunos e mediando entre estes os materiais envolvidos, os recursos de aprendizagem e conhecimento científico curricular, seja o expressamente considerado, pressuposto ou subjacente.”*

A aproximação do “trabalho prático” com as vivências dos alunos pode ser obtida ou enriquecida com as experiências obtidas pelos alunos em ambientes exteriores à escola, no mundo físico, ecológico, tecnológico e social. As visitas de estudo ou “trabalho de campo” muito contribuem para essas vivências.

O professor necessita de intervir mediando entre currículos e interesses dos alunos, orientando-os na identificação de problemas, na discussão de processos e meios para os resolver, na previsão de resultados, na preparação de registo de resultados e de formas de os apresentar, interpretar, discutir e comunicar.

As actividades devem ser centradas nos alunos e estimularem o questionamento reflexivo, com o objectivo da tomada de consciência da aprendizagem e da sua avaliação. Isto deve constituir uma meta do ensino das ciências, logo do “trabalho prático”. Os alunos necessitam de experimentar, de manejar directamente os objectos, habituar-se aos fenómenos.

O “trabalho experimental” pode assumir uma relevante importância na aprendizagem de leis. Em alguns casos, as leis só podem ser verificadas após a realização da experimentação, noutros os alunos podem inferir o seu enunciado. O papel do “trabalho experimental” não se esgota contudo no suporte à construção de conceitos e à aprendizagem de leis, pois proporciona aos alunos a vivência dos métodos e técnicas utilizadas no laboratório, além de uma reflexão teórica. Permite-lhes uma familiarização com os instrumentos de medida, o controlo das variáveis, a construção de tabelas e gráficos, o uso de regras de cálculo. Assim, o trabalho experimental deve, à luz do corpo de saberes disponível pelo aluno, incluir a possibilidade de estabelecer hipóteses, desenhar estratégias de resolução, estratégias experimentais e proceder a uma análise cuidadosa dos resultados, aspectos considerados essenciais numa metodologia científica (Almeida 2001).

O “trabalho experimental” pode também ser feito por modelação computacional, em franca ascensão no ensino das ciências, e que permite realizar experiências que, de outra forma, não seriam possíveis. Há muitas experiências que são demasiado difíceis, demasiado caras, consomem demasiado tempo ou são demasiado perigosas para serem realizadas de outra maneira. A utilização do computador permite, ao professor, manipular a experiência de forma a adaptar-se aos objectivos pretendidos. Permite que os alunos se concentrem nos conceitos fundamentais, sem distrações, dificuldades e aborrecimento presente em muitas experiências reais. Ao eliminar as interferências das experiências concretas e facilitar a repetição imediata com a conveniência de especulações e previsões, as simulações por computador possibilitam aos alunos mais tempo para manipular ideias como meio de construir conhecimento (Hodson 1994).

O aspecto social é também de considerar. O trabalho prático deve ser concebido como uma actividade cooperativa de aprendizagem centrada no trabalho de grupo, assumindo relevância no seio de cada grupo, a discussão ao nível da concepção e desenvolvimento do mesmo. A negociação dentro do grupo sobre o que fazer, que materiais usar, que planificação fazer, que resultados se podem obter e como fazer o seu registo é de particular importância.

O “trabalho prático” como actividade cognitiva de elevado nível intelectual, permite proporcionar aos alunos a oportunidade de conduzir actividades investigativas e resolver problemas práticos. O papel do professor como orientador, deve acompanhar a investigação como um guia, assegurando o referencial teórico necessário para que os alunos estabeleçam e implementem um plano de trabalho coerente. Deve também ser um avaliador, introduzindo um elemento de exigência crítica relativamente às conclusões dos alunos.

O “trabalho prático” não é certamente um meio eficaz e eficiente para atingir todos os objectivos na educação em ciência, mas constitui um recurso importante para os professores de ciências. O trabalho prático deve deixar de ser mera ilustração dos conhecimentos transmitidos para passar a constituir actividade de investigação. Não deve obrigar os alunos a reinventar a roda, mas deve levá-los a colocar questões, realizar observações, analisar dados, enfrentar interpretações e explicações e visualizar a aplicação dos conceitos científicos no mundo que os rodeia, ou seja deve envolvê-los em actividades de resolução de problemas.

2.3. RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

Num tempo em que tudo muda rapidamente, é importante um indivíduo adaptar-se as alterações de uma forma muito célere. Os problemas têm de ser superados com brevidade. Mas a vida não é uma corrida de obstáculos, em que todas as dificuldades são iguais. Os problemas com que nos defrontamos são quase sempre diferentes. Daí que cada cidadão tenha necessidade de saber resolver problemas. Esta é uma das principais metas do ensino das ciências de hoje, ou seja, preparar pessoas aptas a responder às mudanças sociais, culturais e tecnológicas.

A primeira questão que se nos levanta é: o que é um problema? Segundo Perales (1993) um problema é “qualquer situação prevista ou espontânea que, por um lado, tem um certo grau de incerteza e, por outro, conduz a uma atitude de

pesquisa da sua resolução”. Já para Almeida (2001), “um problema pode ser um fenómeno para o qual a explicação não é conhecida à partida, algo que exige criar um método para descobrir as respostas”. A ausência desta última condição leva a que muitos problemas não sejam mais do que meros exercícios de repetição. Então a resolução de um problema é uma actividade pessoal, que envolve competências cognitivas e não cognitivas. Assim torna-se importante a sua resolução por parte dos alunos.

Segundo Bernadino Lopes a resolução de problemas é importante, pois:

- Os alunos, na sua maioria, gostam de experimentar desafios, enfrentar dificuldades e resolver problemas.
- A resolução de problemas pode ser utilizada para produzir saber e saber-fazer e não apenas para justificar saberes e saberes-fazer.
- A resolução de problemas permite o desenvolvimento de diversas capacidades básicas (competências científicas, competências sociais, comunicação, etc...) e de outras capacidades complexas, tais como o pensamento criativo, a tomada de decisões e a própria resolução de problemas entendida como capacidade de alto nível.

O desenvolvimento da capacidade de resolver problemas e a aquisição de modelos adequados ao raciocínio científico é um dos resultados mais importantes das aprendizagens em ciências. Estes tipos de competências podem ser aplicadas noutros contextos, assim, os professores podem e devem orientar os alunos para que melhorem as suas estratégias de resolução de problemas.

As questões que habitualmente são colocadas são situações parecidas com outras já tratadas nas aulas anteriores, pelo que os alunos apenas têm de recordar o algoritmo adequado à sua resolução. Além disso, os enunciados contêm os dados em quantidade exacta para poderem encontrar a solução. É bastante desconcertante para os alunos, encontrar dados de que não necessitam e darem-se conta que, de acordo com a sua ideia da abordagem do exercício, lhes faltam dados. A contínua exposição dos alunos a este tipo de tarefas (exercícios repetitivos) fomenta a memorização de algoritmos e procedimentos

rotineiros sem uma aprendizagem dos conceitos. Nos exercícios, os possíveis resultados (muitas vezes previsíveis e conhecidos) e os dados iniciais conduzem ao processo de resolução.

Um problema é frequentemente confundido com exercício. Alguns manuais escolares chamam problemas a exercícios. Segundo Lopes (Lopes 2004), as principais diferenças entre exercício e problema são:

- Tipo e quantidade de informação fornecida;
- Contexto utilizado;
- Conhecimento da existência de uma solução e tipo de solução;
- Processo de abordagem;
- Objectivos educacionais que se pretende atingirem.

Não quer dizer que se devem deixar de usar os exercícios. Ambos são necessários, têm funções diferentes. Os exercícios permitem treinar determinadas operações ou procedimentos para que sejam rápidos e rotineiros. No entanto, há certas aprendizagens que não podem ser realizadas através da resolução de exercícios.

A formulação dum problema tem de ser aberta pois se se afunilar a sua formulação, deixa de o ser. O mesmo acontece se o professor der ajudas que impeçam o aluno de sentir as dificuldades, de as explicitarem e de as tentarem ultrapassar. O valor educativo pode reduzir-se bastante se não for feita uma avaliação da resolução do problema. Também é necessário ter em atenção que uma situação que seja um problema para um aluno pode não o ser para outro.

Segundo Lopes (2004), os problemas podem ter três tipos de funções educativas:

- “• *Desencadear e orientar a abordagem de um campo conceptual mais ou menos restrito;*
- *Consolidar a abordagem qualitativa de um campo conceptual mais ou menos restrito;*

- *Consolidar a abordagem quantitativa de um campo conceptual mais ou menos restrito.*”

Perante um problema, quem esteja habituado a resolvê-los, inicia por uma reflexão e compreensão da situação física em vez de começar por manipular a informação numérica. A estratégia geral pode ser resumida em cinco etapas segundo DeMuth (1995):

1. Compreensão do problema;
2. Representação formal do problema;
3. Planificação de uma possível solução;
4. Execução do plano;
5. Interpretação e avaliação da solução.

Ensinar o aluno a resolver problemas consiste não apenas em ensinar-lhe estratégias eficazes mas em criar-lhe o hábito e a atitude de encarar a aprendizagem como um problema para o qual se tem que encontrar respostas (Pozo et al. 1994).

Polya (1945) defende que se aprende a resolver problemas praticando, assim como se pratica natação para aprender a nadar, deve-se resolver problemas para aprender a resolver problemas. «Ao tentarmos nadar, imitamos o que os outros fazem com as mãos e com os pés», ao tentarmos resolver problemas, imitamos o que os outros fazem para resolverem os seus próprios problemas. Refere, ainda que uma grande descoberta resolve um grande problema e há sempre uma pequena descoberta na resolução de qualquer problema.

A resolução de problemas tem por fundamento didáctico o construtivismo. Esta filosofia afirma que todo o conhecimento é construído como resultado de processos cognitivos dentro da mente humana, contrapondo-se a ideia de que o conhecimento é uma representação da realidade externa e que é independente do observador.

Para Leonard et al. (2002), as premissas do construtivismo são:

- *O conhecimento é construído, não transmitido.* As experiências devem ser interpretadas e processadas por cada indivíduo. Duas pessoas diferentes não podem trocar conhecimento como se fosse só informação.
- *O conhecimento prévio tem impacto na aprendizagem.* Os marcos cognitivos preexistentes determinam ao que um indivíduo presta atenção, como a interpreta e como constrói novo conhecimento. Duas pessoas podem ter a mesma experiência mas interpretá-la de forma diferente.
- *A compreensão inicial é local, não é global.* As novas ideias são entendidas só num contexto limitado. Quando se introduz uma nova ideia, pela primeira vez, pode ser difícil saber que partes são mais relevantes para entendê-la. Mais tarde, quando a ideia tenha sido explorada numa variedade de contextos, geralmente torna-se mais fácil perceber o padrão e a compreensão é geralmente facilitada.
- *Construir estruturas úteis de conhecimento requer uma actividade esforçada e intencionada.* A aprendizagem significativa requer uma participação activa e reflexiva.

Ou seja, podemos dizer que:

- Os alunos têm uma visão do mundo estabelecida por anos de experiências, vivências e aprendizagens.
- À medida que crescem, a visão do mundo dos alunos filtra todas as experiências e afecta todas as interpretações de posteriores observações.
- Os alunos estão emocionalmente vinculados à sua visão do mundo e não a abandonam facilmente.
- Questionar, rever e reestruturar a sua própria visão requer muito esforço.

Uma estratégia que parece potenciar a resolução de problemas consiste na apresentação aos alunos de situações físicas em que alguns dados são incompatíveis ou introduzir certos erros de procedimento, de forma intencionada, que dêem lugar a resultados incongruentes, ou seja, apresentar os problemas como sofismas. A intenção é que os alunos detectem e analisem essas incoerências. Isto fará com que desenvolvam uma série de atitudes e destrezas próprias do conhecimento científico (Vásquez *et al*, 2004). A reflexão sobre situações sofismadas no ensino da Física ajuda a potenciar a capacidade de raciocínio dos alunos, pois torna-os mais cautelosos e meditativos na hora de enfrentar qualquer tipo de questão ou problema (García Carmona 2005). Evidentemente que os conceitos empregues nos problemas já devem ter sido objecto de estudo.

O sentido de problema que se tem vindo a referir é de uma tarefa que tanto pode ser de papel e lápis como prática (experimental, laboratorial ou de campo), ou uma fusão destas duas. Pode ser o ponto de partida para a realização de um projecto.

2.4.O ENSINO BASEADO EM PROJECTOS

Ouvimos todos os dias falar em *projectos* nas várias áreas da sociedade incluindo na educação. A ideia de *projecto* pode ter diversos significados. Pode referir-se à intenção expressa, de forma mais ou menos precisa, de realizar algo, ou pode ser também a previsão detalhada do que se pretende fazer, ou seja, a programação/planificação rigorosa (Bordalo e Ginestet, 1993). Assim, podemos dizer que é o processo que nos permite chegar a determinado estado ou produto final.

Cosme & Trindade (2001) utilizam a expressão *pedagogia do projecto* que definem como um *dispositivo de intervenção pedagógica*. Pode ser entendida como uma metodologia de trabalho, ou seja, um método para desenvolver tarefas para atingir determinados fins. Neste sentido, são usadas outras expressões

como metodologia de projecto, trabalho de projecto, metodologia do trabalho de projecto, educação baseada em projectos, aprendizagem baseada em projectos ou ensino baseado em projecto.

O ensino/aprendizagem baseado em projectos é um modelo de actividades de sala de aula que rompe com as práticas de aula de lições curtas, isoladas e centradas no professor. O ensino/aprendizagem baseado em projectos enfatiza as actividades de aprendizagem de longo prazo, interdisciplinares, centradas nos alunos e integra situações reais. Um benefício imediato desta metodologia é a possibilidade de maior motivação dos alunos, co-responsabilizando-os na sua própria aprendizagem. Esta prática dá a oportunidade aos alunos de perseguir os seus interesses e permite-lhes tomar as decisões para encontrar respostas e resolver problemas. Podemos assim dizer que constitui um ambiente de aprendizagem activo, aberto, centrado no aluno, com a função de simular problemas reais e proporcionar uma real resolução dos mesmos, e para o qual se torna necessário conhecer a realidade, reflectir e intervir. Nela os alunos escolhem os seus próprios projectos e criam oportunidades de aprendizagem baseadas nos seus próprios interesses e pontos fortes, valorizando a experiência que cada educando traz consigo. É um trabalho colectivo do educador, educando e comunidade.

Segundo Leite & Ribeiro dos Santos (2004), o ensino/aprendizagem baseado em projectos caracteriza-se por ser desenvolvido em grupo, com pesquisa no terreno, por dinamizar a relação teoria-prática e pretender, num processo aberto, produzir conhecimentos sobre os temas em estudo ou intervir sobre os problemas identificados. Ainda, segundo estes autores, o ensino baseado em projectos procura perspectivar alternativas ou mesmo intervir para resolver situações concretas, entrando em linha de conta com os recursos e os possíveis limites de intervenção. Todo o desenvolvimento parte de uma planificação flexível passível de ser alterada segundo as necessidades do projecto.

Podemos dizer que as actividades baseadas, em projectos, são actividades intencionais que implicam o envolvimento activo dos alunos, desenvolvidas tendo

em conta os contextos, as condições existentes para a sua realização e os recursos disponíveis. Além disso, são prolongadas no tempo, pelo que levam a uma planificação das várias fases e implicam a concepção de um produto final. Segundo Abrantes (2002) os aspectos fundamentais que caracterizam o trabalho de projecto são:

- 1) Ser uma actividade intencional. Um projecto pressupõe um objectivo que dá unidade e sentido às várias acções e está associado a um produto final. Este produto pode assumir formas muito variadas mas constitui uma resposta ao objectivo inicial e reflecte o trabalho realizado.
- 2) Pressupor uma margem considerável de iniciativa e de autonomia daqueles que o realizam, os quais se tornam autores e responsáveis pelo desenvolvimento do trabalho. Quando, como sucede com frequência, há um grupo de pessoas envolvidas na realização do projecto, a cooperação assume igualmente uma grande importância.
- 3) Ter autenticidade. Aquilo que se pretende fazer constitui um problema genuíno para quem o faz e envolve alguma originalidade. Não chamamos projecto à mera reprodução de um trabalho já feito por outros.
- 4) Envolver complexidade e incerteza. São as tarefas complexas e problemáticas que precisam de ser "projectadas". O objectivo central do projecto constitui um problema ou torna-se uma fonte geradora de problemas.
- 5) Ter um carácter prolongado e faseado. Pela sua própria natureza, um projecto corresponde a um trabalho que se estende ao longo de um período de tempo mais ou menos prolongado e percorre várias fases.

O ensino/aprendizagem baseado em projectos possibilita também a oportunidade para aprendizagens interdisciplinares. Os alunos aplicam e integram os conhecimentos adquiridos nas várias áreas e em diferentes momentos, em problemas autênticos e reais, em vez de ser em situações isoladas e/ou artificiais. Assim, os alunos têm uma visão não compartimentada do conhecimento. A possibilidade não só de interpretar, de compreender mas também de actuar e

intervir no meio é pois uma característica enriquecedora do ensino baseado em projectos. Este ensino torna as aprendizagens relevantes e úteis aos alunos, estabelecendo fortes relações à vida fora da sala de aula, dirigindo-se a interesses reais do quotidiano e desenvolvendo competências do dia a dia. Muitas das capacidades desenvolvidas com o trabalho de projecto são as desejadas pelos empregadores de hoje: trabalhar em equipa, tomar decisões ponderadas, ter iniciativa, saber adaptar-se a novas situações e resolver problemas.

O ensino baseado em projectos não pode ser considerado um conjunto de tarefas rotineiras reduzidas a uma metodologia, nem uma vulgar planificação de intenções. Não pode haver uma dissociação entre os que pensam e os que fazem. No entanto é valorizado tanto ou mais o processo de trabalho quanto a produção final. Pretende-se desenvolver espírito crítico, raciocínio rigoroso, criação de hábitos de estudo, operações mentais de observação, procura de informação, autonomia, iniciativa pessoal, crítica documental, análise, confronto, síntese, exploração, criação de alternativas, capacidade de perspectivar pistas diversificadas para abordar os problemas. Tem de ser um problema que os alunos gostariam de resolver e sobre o qual é agradável e valha a pena falar aos amigos.

Os alunos não são iguais, não são produzidos em série, assim cada um tem a sua individualidade, tem a sua vivência, tem os seus conhecimentos, tem os seus interesses. Desta forma a relevância de um problema depende dos alunos aos quais é apresentado e da contextualização em que é feito. Isto pode levar a que cada um queira seguir uma direcção diferente. Nestas situações deve existir uma negociação que leve os alunos a apropriarem-se do problema. Caso contrário, dificilmente podemos referir que há um ensino baseado em projectos. Assim, segundo Leite & Ribeiro dos Santos (2004), o papel do professor é muito importante na criação do espírito de equipa de investigação: vigia o rigor, orienta o método, critica os instrumentos de recolha de dados, questiona generalizações apressadas e intervenções empiristas e simplificadoras, apoia o tratamento dos dados colhidos.

É importante que se assegure que as tarefas negociadas sejam exequíveis para que o projecto seja mais do que um rol de intenções. Assim, convém que, no

início, se faça um levantamento das necessidades e do tempo disponível para as realizar. Planificar deixando tempo para imprevistos e obstáculos que possam surgir.

Pelo facto, de geralmente, o ensino baseado em projectos, se realizar em grupos leva a que haja confrontos, conflitos cognitivos, questionamentos, conversas e debates de ideias e de pontos de vista diferentes. Assim cada um constrói o seu conhecimento num processo de interacção com os colegas.

O ensino/aprendizagem baseado em projectos pode motivar os alunos pois mobiliza uma motivação que é intrínseca, mais centrada em necessidades internas, no prazer de aprender e de realizar as propostas de trabalho do que em função de motivações extrínsecas, mais centradas na recompensa por classificações, prémios e outras (Leite & Ribeiro dos Santos, 2004). Aprende-se quando os conteúdos, o processo, as actividades, e os objectivos de aprender têm significado, têm sentido para o indivíduo ao nível cognitivo, emocional/afectivo e social. Trabalhar num ambiente de projectos pode levar a um maior envolvimento pessoal e consequentemente a uma aprendizagem mais eficaz, pois aprendem em consequência do seu próprio desejo de aprender, da sua vontade de conhecer. Empenham-se, consideram a situação com um sentimento de autoria, uma situação que podem dominar (controlar) e que, de alguma forma, entendem como sua. Desenvolvem um sentimento de propriedade ao realizar as actividades, escolhendo diferentes estratégias e apercebendo-se que pode haver mais do que uma solução.

O ensino/aprendizagem baseado em projectos pressupõe planeamento, execução e avaliação, pelo que comporta várias fases. Estas devem fazer sentido como um todo e aparecer articuladas de forma a produzir um resultado final. A concepção de um projecto, mais do que de uma sequência hierarquizada de etapas bem definidas e obrigatórias, corresponde à articulação entre um conjunto de actividades, que permitirão atingir determinado objectivo, de acordo com uma calendarização. Ao longo das diversas etapas é essencial haver colaboração entre alunos, professores e outros intervenientes, de forma que o conhecimento possa ser partilhado e distribuído entre os membros da comunidade de

aprendizagem. Envolve trabalho de pesquisa no terreno, tempos de planificação e intervenção com a finalidade de responder a problemas encontrados, problemas considerados de interesse pelo grupo e com enfoque social.

Vários autores apresentam a diferenciação das diversas etapas. Por exemplo Cosme e Trindade (2001) apresentam as seguintes fases para o desenvolvimento de um projecto (adaptado).

- 1. Formulação e selecção do problema**
- 2. Formulação de problemas parcelares (caso se justifique)**
- 3. Planificação do trabalho**
- 4. Realização do projecto**
- 5. Preparação da apresentação do trabalho**
- 6. Apresentação pública do trabalho**
- 7. Avaliação final**

1. Formulação e selecção do problema

O problema deverá ser relevante e significativo para cada aluno, e deve ser contextualizado nas vivências deles. A escolha do problema deve ser da responsabilidade do grupo de alunos ou ser apropriado por eles. A definição do problema deverá ser feita a partir de sugestões feitas pelos alunos, discutidas e negociadas, de forma a conseguir-se um consenso. Só assim há garantias para um real envolvimento de todos os alunos.

Para que os alunos se apropriem do problema pode ser necessário criar uma motivação. Esta pode ser obtida a partir da consulta de notícias, da leitura de textos, do visionamento de filmes ou documentários, da discussão sobre um assunto em grande grupo, da detecção de algum problema no meio, de ideia de algum aluno ou grupo de alunos, etc... Quanto aos temas pode ser um único tema em que cada grupo de alunos se ocupará de uma parte, vários temas de acordo com os interesses dos grupos de alunos ou um único tema tratado por toda a turma. O tema deverá ter em conta as características do problema anteriormente mencionadas.

Por o tema ser, muitas vezes, vasto há necessidade de decompor o problema em várias partes para análise, definindo problemas parcelares formulados sob a forma de questões.

2. Formulação de problemas parcelares

Ao decompor o problema em várias partes resultam os problemas parcelares. Estes devem ser definidos sob a forma de questões. Estas questões constituirão, assim, linhas orientadoras destinadas à resolução e/ou procura de soluções para o problema formulado e deverão apontar para a resolução do problema.

3. Planificação do trabalho

Depois de formular o problema parcelar, o grupo deverá elaborar uma planificação do trabalho, que deverá conter:

- Definição de objectivos gerais
- Definição das actividades e do processo de trabalho
- Divisão de tarefas
- Identificação de materiais que possivelmente iriam necessitar quer para a elaboração do trabalho quer como instrumentos de pesquisa
- Gestão do tempo – estabelecimento de uma calendarização para as diferentes actividades

Para elaborar a planificação poderá ser necessário fazer alguma pesquisa.

4. Realização do projecto

É nesta etapa que se realiza o trabalho, se faz a pesquisa, se resolvem os problemas e outros que vão surgindo. É a fase da experimentação, dos avanços e recuos.

Durante esta fase deve-se fazer uma reflexão continuada sobre os aspectos relacionados com as relações no grupo, interacções estabelecidas, rentabilização dos recursos, estratégias utilizadas, dificuldades sentidas,

progressos realizados. Esta reflexão pode levar a que a planificação inicial seja alterada. Pode até acontecer que o trabalho de campo sugira outro problema mais significativo o que ocasionará uma redefinição do problema parcelar. Há que ter em conta que o Trabalho de Projecto é uma abordagem flexível e permite um reajustamento permanente às necessidades emergentes do processo, sendo por isso importante que o professor mantenha uma atitude aberta e não encare de forma rígida a relação plano/concretização.

Estuda-se o material resultante da pesquisa, confrontam-se dados, analisa-se e organiza-se a informação, identificam-se problemas, elaboram-se sugestões e propostas de intervenção.

5. Preparação da apresentação do trabalho

Nesta etapa preparam-se os produtos para ser apresentados e a forma de divulgação. Os trabalhos restantes poderão ter diversas formas, assim como as apresentações, mas também poderão não ser visíveis, isto é, poderão apenas apelar a uma mudança de atitudes, ou mesmo de hábitos, à consciencialização para determinado problema.

6. Apresentação pública do trabalho

Esta é a fase da apresentação, que pode ser para os seu pares, para a comunidade educativa ou comunidade em geral, dando significado à produção realizada. Os alunos devem estar consciencializados de que só apresentam o produto final e não todo o trabalho realizado.

A divulgação dos produtos obtidos é um aspecto fundamental a ter em conta, já que a comunicação é um dos principais factores de reformulação e reorganização das ideias.

7. Avaliação final

Na avaliação final é mais importante avaliar o desenvolvimento do projecto do que o produto obtido, no entanto este também deve ser avaliado. A avaliação

do projecto deve ser feita por todos os intervenientes, o que ajudará os alunos a reflectir sobre o seu próprio processo de aprendizagem e a destacar os progressos realizados e as dificuldades encontradas.

De acordo com Castro & Ricardo, após a apreciação feita por cada um dos grupos, o professor deverá fazer uma síntese, salientando o papel de todos os grupos e analisando:

- os métodos de trabalho, dificuldades e o modo como foram ultrapassadas
- a evolução dos grupos, os momentos de tensão ou conflito, o aproveitamento dos recursos
- a relação e a articulação entre os sub-problemas

A utilização de portefolios de avaliação, ou seja, colecções organizadas e devidamente planeadas de trabalhos produzidos pelos alunos, podem proporcionar uma visão mais alargada e pormenorizada das suas aprendizagens.

A utilização de um “diário de bordo” onde registam todo o processo desde a escolha do tema até a avaliação, permite que os alunos se vão auto-avaliando ao longo do processo. No final, o “diário de bordo”, permite ter uma visão geral da evolução do trabalho. A avaliação dos alunos pode também contemplar a observação de atitudes, do seu grau de participação e de interacção com os outros parceiros.

Desta etapa (avaliação) poderão surgir também recomendações para estudos futuros.

2.5. TRABALHO DE PROJECTO VERSUS RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

As metodologias de *trabalho de projecto* e de *resolução de problemas* são cada vez mais usadas como estratégias de ensino/aprendizagem. Devido à sua semelhança conceptual são muitas vezes confundidas. Vejamos as diferenças e semelhanças entre elas.

Semelhanças

Ambas as estratégias têm uma abordagem construtivista, centradas nos alunos, tendo o professor a tarefa de facilitador e orientador. Pretendem envolver os alunos em actividades semelhantes às do dia a dia. Os alunos são confrontados com projectos ou problemas de característica aberta, com múltiplas abordagens e respostas, simulando situações reais. Trabalham geralmente em grupos, por períodos de tempo mais ou menos alargados. Os estudantes são incentivados a recorrer a uma grande diversidade de fontes de informação.

Diferenças

A aprendizagem baseada no trabalho de projecto inicia-se com a concepção mental do produto final. A sua produção exige conhecimentos e competências específicas e cria vários problemas que os alunos têm de resolver. Os projectos são prolongados no tempo e os produtos finais são tecnologicamente mais sofisticados.

O trabalho de projecto desenvolve-se em várias fases como já vimos no capítulo anterior. Assim os alunos:

1. Formulam e seleccionam o problema.
2. Formulam problemas parcelares (caso se justifique).
3. Planificam o trabalho.
4. Realizam o projecto.
5. Preparam a apresentação do trabalho.
6. Apresentam publicamente o trabalho.
7. Fazem uma avaliação final.

Todo o processo é autêntico, espelhando actividades reais de criação. Os alunos utilizam abordagens e ideias próprias para realizar as actividades.

Apesar do produto final ser o motor do desenvolvimento do projecto, é o conhecimento adquirido e as competências desenvolvidas durante o processo de produção que são importantes.

O ensino/aprendizagem baseada na resolução de problemas começa com um problema para os alunos resolverem ou sobre o qual devem saber mais. Estes problemas são pouco estruturados de forma a imitar a complexidade dos casos da vida real. São menos extensos do que os projectos e menos sofisticados.

O ensino/aprendizagem baseada em projectos utiliza problemas mais ou menos complexos (dependendo do nível de escolaridade) da vida real para estimular a curiosidade dos alunos. Além disso, motiva-os para identificar e investigar conceitos abstractos e princípios que precisam conhecer para progredir na resolução dos problemas. Os alunos trabalham em pequenos grupos, mostrando competências na aquisição, comunicação e integração da informação, num processo que se assemelha ao inquérito científico.

A resolução de problemas processa-se segundo os passos já visto em anteriores capítulos:

1. Compreensão do problema;
2. Representação formal do problema;
3. Planificação de uma possível solução;
4. Execução do plano;
5. Interpretação e avaliação da solução.

Na prática a linha divisória entre estes dois tipos de abordagem não está bem definida e as duas combinam-se, podendo desempenhar papéis complementares. Uma das grandes diferenças está na extensão temporal, sendo que o projecto demora muito mais tempo.

Os produtos finais também são um indicador da distinção entre estas duas abordagens. Se os produtos finais são elaborados e configuram o processo de produção, exigindo um processo de planeamento, de produção e de avaliação, a abordagem enquadra-se mais no Trabalho de Projecto. Se os produtos finais são

mais simples e resumidos, em que a investigação e a pesquisa, mais do que o produto, constituem o foco do processo de aprendizagem, a abordagem enquadra-se mais na Resolução de Problemas.

Actividades em que está implicitamente assumido que surgirão vários problemas e que os alunos terão de utilizar competências de resolução de problemas para os resolver, enquadra-se no Trabalho de Projecto. Actividades que começam por problemas claramente definidos e requerem um conjunto de conclusões ou uma solução como resposta, onde a situação problemática é a linha orientadora, enquadram-se na Resolução de Problemas.

2.6.A ÁREA DE PROJECTO

O artº 5º do Decreto-Lei n.º 6/2001 de 18 de Janeiro que configura a área curricular não disciplinar - Área de Projecto. Entendida como área transversal do currículo, com tempo próprio nos horários de alunos e professores, é um espaço de articulação horizontal entre as disciplinas de cada ano e integradora das aprendizagens nelas realizadas, permitindo a ligação da Escola com o Meio. Ajuda a promover a integração e contextualização dos diversos saberes e aprendizagens. Promove a autonomia, a responsabilidade e o esforço pessoal. Encoraja o envolvimento dos alunos na escola e salienta os valores de cooperação e da solidariedade.

A área de projecto foi criada, como uma área curricular não disciplinar, obrigatória, em todos os ciclos do ensino básico. Isto, para proporcionar a todos os alunos experiências de aprendizagem de trabalho de projecto, quer em relação com o desenvolvimento de competências gerais quer no quadro de diversas disciplinas.

A Área de Projecto tem como finalidade central envolver os alunos na concepção, realização e avaliação de projectos desenvolvidos a partir de problemas ou temas de pesquisa/intervenção de acordo com as necessidades e os interesses dos alunos.

A Área de Projecto tem como objectivos:

- Desenvolver competências sociais, tais como a comunicação, o trabalho em equipa, a gestão de conflitos, a tomada de decisões;
- Aprender a resolver problemas, partindo das situações e dos recursos existentes;
- Promover a integração de saberes através da sua aplicação contextualizada e abrangendo as diversas áreas curriculares disciplinares e não disciplinares;
- Desenvolver as vertentes de pesquisa e de intervenção utilizando adequadamente as tecnologias da informação e da comunicação;
- Aprofundar o significado social das aprendizagens disciplinares.

A Área de Projecto é uma área curricular não disciplinar que tem como base a metodologia do trabalho de projecto. Segundo Leite & Ribeiro dos Santos (2004):

- os projectos em acção envolvem o estudo de temas ou problemas, uma atitude de pesquisa e trabalho de campo;
- as aprendizagens são relevantes para a resolução dos problemas;
- a metodologia de trabalho de projecto produz conhecimentos e integra conhecimentos já adquiridos;
- o empreendimento é assumido em grupo ou grupos;
- no desenvolvimento do trabalho há, sobretudo, uma preocupação com a qualidade do processo e não apenas do produto final;
- nesta metodologia há reflexão constante sobre a acção;
- os objectivos são do âmbito da aquisição de saberes conceptuais e também dos saberes sociais de formação pessoal e cívica.

Os alunos no trabalho em área de Projecto têm uma visão globalizadora e interdisciplinar do saber, devido à diversidade de dados recolhidos e trabalhados,

pertencentes às diferentes áreas disciplinares. Cada vez mais, estamos conscientes da necessidade que a formação, seja qual for o grau de ensino, esteja transdisciplinarmente inserida nas problemáticas culturais e sociais. É uma aprendizagem que se faz em todos os espaços. Investigar no terreno social e implementar projectos é desenvolver capacidade crítica, responsabilidade cívica, solidariedade social, capacidades de perspectivar alternativas aos problemas. O aspecto holístico, globalizador e sistémico do saber emerge nomeadamente no trabalho no terreno quando se procura, se observa, se colhem dados, se intervém no contexto social do problema.

A ligação entre a área de projecto e as disciplinas deve ser natural. Pode-se pensar, por exemplo, no trabalho dos alunos em torno de um tema de pesquisa ou de intervenção – relativo a um problema da turma, da escola ou da comunidade – que integre saberes de diversas disciplinas e que se desenvolve simultaneamente nessas disciplinas e num espaço comum de natureza mais vincadamente interdisciplinar.

A área de projecto não deve ser conotada com a obrigação de fazer um "grande trabalho" sobre um tema, que tenha que envolver sempre todos os alunos ao mesmo tempo e que seja identificado com uma actividade que está limitada aos tempos semanais atribuídos no horário. Um projecto não é "um tema sobre o qual se faz um trabalho" mas sim uma actividade com certas características como resposta a uma situação problemática e à intenção de produzir algo. Um projecto pode não corresponder a uma actividade muito ambiciosa e que se arrasta por muito tempo. A importância da actividade que se desenvolve, os seus objectivos e o seu carácter prolongado e faseado, diz respeito à natureza e às características do trabalho de projecto. Além disso, a área de projecto é um espaço de realização de projectos significativos, independentemente do facto de se tratar, ao longo do ano, de um ou de vários projectos, de envolverem igualmente todos os alunos ou de haver diferentes grupos a realizar projectos distintos ou até de haver projectos individuais. As decisões a este respeito têm que ser tomadas a nível local, consoante as situações e de acordo com o desenvolvimento dos respectivos projectos curriculares.

É preciso não esquecer que uma coisa é investir apenas num produto final, outra coisa é investir no processo como uma forma de intervir pedagogicamente. As metodologias são caminhos processuais para a acção; são procedimentos didácticos apoiados por métodos e técnicas de ensino, simples ou combinados, para melhor se atingir um fim em vista; são formas de trabalho sistematizado, organizado e reflexivo; são um meio e não um fim (Leite & Ribeiro dos Santos, 2004).

Em relação à avaliação, o professor tem de incutir no trabalho dos alunos, uma avaliação reguladora. Desta forma, o grupo vai compreendendo como está a decorrer o trabalho e que transformações deverão ser implementadas para otimizar o processo. Ficarão também a seu cargo a organização das condições logísticas que facilitem o trabalho de projecto, quer para a recolha de dados como para a apresentação. Se o trabalho implicar um produto final que tenha de se concretizar para ser apreciado pela comunidade, o professor deve providenciar a aquisição dos materiais e equipamentos.

2.7. AS ENERGIAS RENOVÁVEIS NO 3º CICLO DO ENSINO BÁSICO

Nas sociedades agrárias pré-modernas, a madeira era o combustível mais usado. Os processos de combustão serviam, essencialmente, para a preparação de comida e, para o aquecimento das habitações. Existiam máquinas, algumas muito complexas, cujo modo de funcionamento se baseava ou na força da água ou em efeitos mecânicos, ligados à força muscular animal ou humana.

Algo diferente se passa na idade moderna, onde a produção industrial de bens está, em termos tecnológicos, dependente da combustão. A maquinaria moderna do sistema industrial consiste essencialmente na utilização de máquinas a combustão aplicadas à produção, ao consumo, aos transportes e à cultura. Estes processos de combustão podem ser directos (máquinas a vapor, automóveis, aviões etc.) como através do uso de energia eléctrica, obtida em centrais termoeléctricas de modo indirecto por meio de mega processos de

combustão. Assim podemos dizer que quase todas as máquinas modernas são máquinas de combustão, desde as simples máquinas de fazer café até às grandes turbinas, desde os leitores de MP3 até às locomotivas.

A cultura da combustão não pôde basear-se na madeira como matéria-prima, pois caso contrário não haveria já uma única árvore à superfície da Terra. Foi assim necessário recorrer a outras matérias-primas para obter a energia necessária. O carvão, o gás natural e, sobretudo, o petróleo em que estão armazenados milhões de anos de energia solar, foram usados como suportes de energia. O carvão foi determinante no século XIX para a tecnologia da máquina a vapor. No século XX, o petróleo e gás natural tornaram-se basilares para a tecnologia do motor de combustão e do motor eléctrico.

Entre o final da II Grande Guerra e os inícios dos anos 70, os países ocidentais tiveram uma expansão sem precedentes na História. Uma das causas do formidável desempenho económico nesse período foi a fartura e o baixo preço da energia. Desde os anos 70, as crises do petróleo ou “crises energéticas” vêm abalando o sistema mundial moderno em dimensão crescente. As maiores economias do mundo vivem em constantes sobressaltos porque são grandes importadoras de combustíveis, sobretudo petróleo.

Em que consiste a crise energética? A legislação portuguesa define no Decreto-Lei n.º 114/2001 de 7 de Abril, no seu Artigo 2.º, o que é uma situação de crise energética. Assim o dito artigo no seu ponto 1 diz:

“1 - A situação de crise energética caracteriza-se pela ocorrência de dificuldades no aprovisionamento ou na distribuição de energia que tornem necessária a aplicação de medidas excepcionais destinadas a garantir os abastecimentos energéticos essenciais à defesa, ao funcionamento do Estado e dos sectores prioritários da economia e à satisfação das necessidades fundamentais da população.”

A crise energética é a carência de matérias-primas para a produção de energia consumível pelos vários sectores da sociedade e está geralmente associada a uma alta no preço do petróleo. Pelo facto deste ser o combustível mais utilizado, o seu preço é também um preço político, ou seja, não determinado somente pelas leis do mercado. A subida dramática desse preço pode ter, portanto, uma razão política ou quase política.

Um dos factores do aumento dos preços da energia reside no facto do petróleo ser a principal matéria-prima energética e estar a torna-se cada vez mais escasso. Estão em profunda desproporção as exigências de uma economia de crescimento global e as reservas naturais de matérias-primas energéticas fósseis. O petróleo tornar-se-á cada vez mais escasso e conseqüentemente mais caro simplesmente porque as reservas naturais não são suficientes. A procura de petróleo desde há muito tempo usa métodos cada vez mais refinados; “ninguém” espera a descoberta de novas e grandes reservas.

Um outro factor a considerar é o crescimento económico da China e da Índia que absorvem enormes massas de matérias-primas do mercado mundial. A China, que há pouco tempo era um país exportador de petróleo, consome hoje em dia, o dobro de petróleo que pode produzir, ascendendo assim ao posto de segundo maior consumidor de energia do mundo.

A situação não poderá reverter-se facilmente a médio prazo porque as estruturas industriais têm uma grande rigidez tecnológica. A utilização racional da energia e a utilização de fontes alternativas podem contribuir para minimizar a dependência dos recursos fósseis, havendo também nesta matéria grande esforço educativo a contemplar. Os alunos podem ser um importante veículo de mudança de mentalidades. No entanto, não é dado grande relevo a este tema no ensino básico. Na disciplina de Ciências Físico-Químicas do 3º ciclo as energias renováveis são abordadas no tema – “Terra em transformação”, no capítulo – A Energia, havendo alguma preocupação com as transferências e transformações da energia e classificação dos recursos energéticos. A questão da crise energética não é explicitamente focada ficando ao critério do professor a sua abordagem.

Para o nosso trabalho, são abordados, no 3º ciclo do ensino básico, alguns dos conceitos básicos de heliotecnia, na disciplina de Ciências Físico-Químicas no tema “Terra no Espaço”, no 7º ano. Esses conceitos referem-se essencialmente ao modo como se pode fazer a colocação de um painel ao Sol. Neste tema descreve-se o movimento aparente do sol acima do horizonte ao longo do dia. Explica-se a razão da diferença da altura do Sol, quando passa pelo meridiano, ao longo do ano. Estes conhecimentos são importantes para a orientação de painéis solares no sentido de se obter um melhor rendimento com os mesmos.

A energia solar é ainda abordada no 3º ciclo do ensino básico, não como um tema isolado, mas fazendo parte integrante das energias renováveis, na disciplina de Ciências Físico-Químicas, como já indicado e também na disciplina de Geografia. Na 1ª disciplina o tema reduz-se à análise das vantagens e desvantagens na sua utilização. Na outra disciplina é apresentada do ponto vista da economia.

Na disciplina de Ciências Naturais, apenas se trata da energia solar no conteúdo “processo fotossintético e a importância para o ambiente”.

Algumas entidades também trazem a discussão do tema para a escola, sob a forma de concursos ou programas, como foi o caso do “Concurso Solar Padre Himalaya” e o Programa Eco-Escolas. O primeiro é co-organizado pela SPES, Sociedade Portuguesa da Energia Solar, INETI, Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação e pelo Ciência Viva – Agência Nacional para a Cultura Científica e Tecnológica. Os objectivos deste concurso visam promover a divulgação das energias renováveis junto das camadas mais jovens da população, através do envolvimento em actividades de projecto que façam uso de princípios científicos e das suas aplicações tecnológicas, que estimulem o gosto pela actividade experimental e promovam a aquisição de hábitos de cidadania, conducentes a um uso mais racional dos recursos energéticos do nosso planeta. O concurso consiste na concepção e construção de protótipos que funcionem em condições reais de iluminação solar.

O Programa Eco-Escolas é promovido pelo ABAE – Associação Bandeira Azul da Europa, tem como objectivo encorajar acções, reconhecer e premiar o trabalho desenvolvido pela escola na melhoria do seu desempenho ambiental, gestão do espaço escolar e sensibilização da comunidade. Além disso, pretende estimular o hábito de participação e a adopção de comportamentos sustentáveis no quotidiano, ao nível pessoal, familiar e comunitário. Este programa tem como temas bases: resíduos, água e energia.

2.8. AS CÉLULAS FOTOVOLTAICAS

As células solares eficientes estão disponíveis desde 1954, mas a investigação científica do efeito fotovoltaico começou em 1839. Henri Becquerel descobriu o aparecimento de uma diferença de potencial nos extremos de uma estrutura de material semicondutor quando iluminado por uma luz. A compreensão científica só foi possível com Albert Einstein em 1905, que explicou os princípios teóricos do efeito fotoelétrico, na base do qual foi criada a primeira célula fotovoltaica eficiente. Em 1954, Pearson, Fuller, Chapin criaram, uma célula solar de silício que convertia 6% da energia solar em energia eléctrica.

O desenvolvimento da tecnologia foi inicialmente baseado na investigação de fontes de energia para sistemas instalados em localidades isoladas, feita pelas empresas de telecomunicações (Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito – CRESESB). A exploração espacial constituiu outro meio impulsionador desta investigação quer no âmbito da utilização de energia para permanência no espaço por longos períodos, quer para a alimentação de satélites.

A crise energética no início dos anos setenta, reavivou e ampliou o interesse em aplicações terrestres. Porém, para tornar economicamente viável essa forma de conversão de energia, seria necessário, naquele momento, reduzir até 100 vezes o custo de produção das células solares em relação ao das usadas em explorações espaciais. Modificou-se, também, o perfil das empresas

envolvidas no sector, que passaram a integrar também as empresas petrolíferas. A investigação desenvolvida desde então tem levado a uma diminuição dos custos da matéria-prima e de produção, sendo hoje em dia mais competitiva.

A conversão de energia solar em energia eléctrica é feita em células fotovoltaicas, que são constituídas por materiais semicondutores. Atendendo à forma como os átomos do semicondutor estão ligados, as células podem ser classificadas em cristalinas, policristalinas e amorfas. Existem células constituídas por substâncias elementares (silício, germânio, selénio) e outras constituídas por ligas e substâncias compostas (arseneto de gálio, telureto de cádmio, disseleneto de cobre e índio, óxido de titânio, óxido de cobre IV, etc.).

O elemento mais utilizado actualmente na fabricação de células fotovoltaicas é o silício. Este, apesar de ser um dos elementos mais abundantes da natureza, é de difícil obtenção. O refinamento do silício consiste numa série de processos físicos e químicos até se obter a pureza adequada. As lâminas de silício com cerca de 0,3 mm de espessura são cortadas a partir de grandes lingotes. Todos estes processos tornam o silício muito oneroso.

As células fotovoltaicas de silício são as mais utilizadas, e são praticamente as únicas que são comercializadas, pelo que se vai fazer a descrição do seu funcionamento. Por terem sido construídas pelos alunos vão ser descritas também as células de Grätzel.

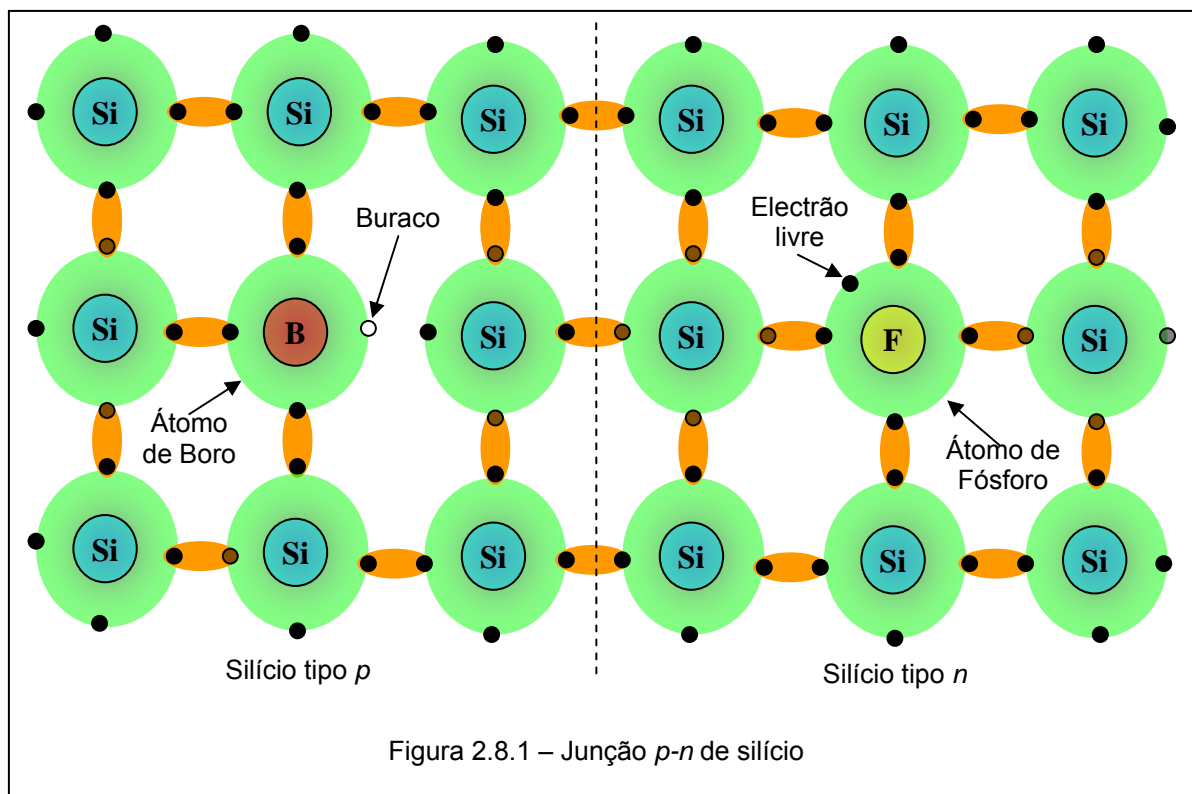
Os materiais classificados como semicondutores caracterizam-se por possuírem uma banda de valência totalmente preenchida por electrões e uma banda de condução totalmente vazia, a temperaturas próximas de zero absoluto. Entre estas duas bandas existe uma banda proibida, na ordem de 1 eV (electrão-volt) no caso do silício. A ocupação dos estados das bandas de valência e condução é determinada pela função de distribuição de Fermi. Esta determina que a baixa temperatura a ocupação dos estados na banda de condução seja baixa e aumenta com a temperatura. Isto faz com que os semicondutores apresentem características interessantes. Uma delas é o aumento da sua condutividade com a temperatura, devido à excitação térmica de electrões da banda de valência para a banda de condução. Como a banda de valência está

totalmente ocupada à baixa temperatura, com os quatro electrões de valência de silício ou germânio formando ligações covalentes, cada excitação electrónica para a banda de condução deixa um buraco na banda de valência. Estes buracos funcionam como portadores de cargas positivas, contribuindo também para a condutividade do material.

Uma outra forma de aumentar a condutividade é a fotoexcitação, uma característica fundamental para as células fotovoltaicas. Os fotões da faixa do espectro electromagnético visível, têm uma energia superior à da banda proibida dos semicondutores, o que permite a excitação de electrões da banda de valência para a banda de condução. Esta contribuição para a condutividade aumenta com o aumento da intensidade luminosa e anula-se quando se desliga a fonte de luz. Outra forma de aumentar a condutividade dos semicondutores é a adição de impurezas, que corresponde a uma substituição de alguns átomos do semiconductor por átomos de outro elemento com valência diferente. Este processo de substituição tem o nome de dopagem.

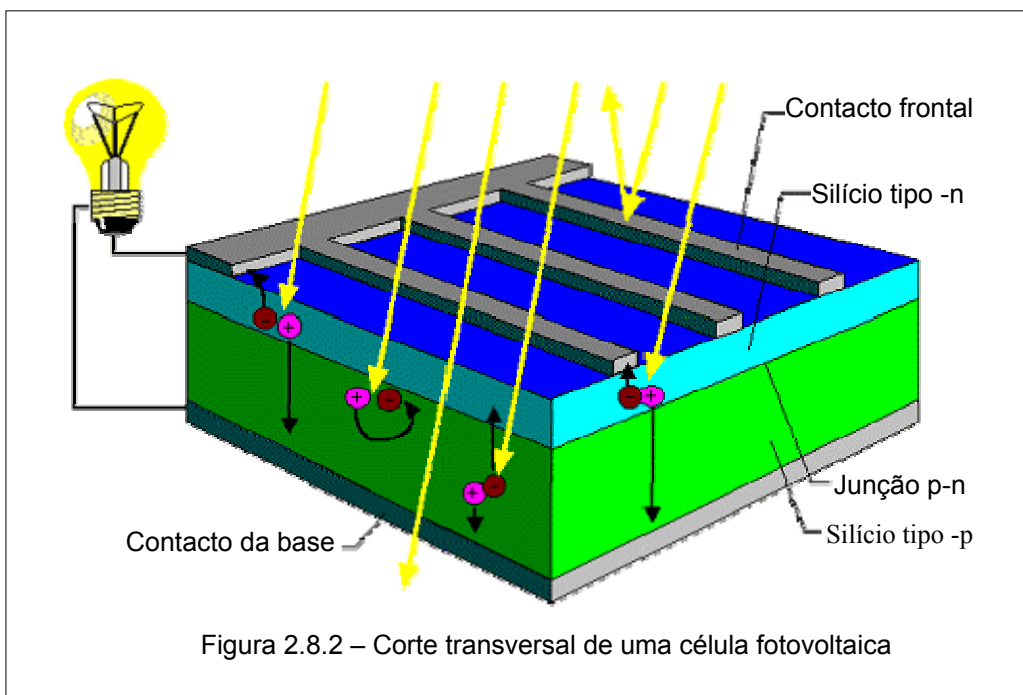
Dopando o silício com fósforo, que contém 5 electrões de valência, obtém-se um material com electrões livres, ou seja portadores de carga negativa. A este chama-se *silício tipo -n*. Fazendo a dopagem com Boro, que contém 3 electrões de valência, obtém-se um material com deficit de electrões (buracos), ou seja portadores de carga positiva. Este é chamado *silício tipo -p*.

Num cristal de silício puro é feita a adição controlada de fósforo e boro, em regiões contíguas do cristal. Formando desta forma uma *junção p-n*. Nesta junção, alguns electrões livres do lado *n*, migram para o lado *p*, por difusão, onde encontram os buracos que os capturam. Isto cria no lado *p* uma região carregada negativamente e no lado *n* uma região carregada positivamente. Esta movimentação de cargas é limitada pelo aparecimento de um campo eléctrico que se opõe à difusão original. Este campo eléctrico é consequência de um superavit de electrões no lado *p* e de um deficit no lado *n*. O campo Eléctrico vai progressivamente aumentando de intensidade, à medida que mais electrões passam para o lado *p*. Como consequência os electrões vão tendo cada vez mais dificuldades em mudar de lado, até que se atinge o equilíbrio.



Este equilíbrio é quebrado quando a junção é iluminada com fótons de energia superior à banda proibida do material. Assim, quando um electrão da banda de valência é atingido por um fóton com energia superior à banda proibida, é arrancado e passa para a banda de condução. Este electrão torna-se livre e cria-se um par electrão-buraco. O campo eléctrico criado pela difusão dos electrões, faz com que o electrão seja acelerado para a região n , ao mesmo tempo que o buraco é atraído pela parte p . Este deslocamento de cargas origina uma diferença de potencial. Se as duas extremidades do "pedaço" de silício forem ligadas por um fio, haverá uma circulação de electrões. Os terminais das células fotovoltaicas consistem em metalizações em ambos os lados. A metalização no lado frontal é feita em forma de grelha, de modo a permitir a passagem da luz.

As células solares de silício convertem a luz em electricidade, conforme já mencionado, utilizando o efeito fotovoltaico que existe. O semiconductor realiza simultaneamente dois processos, absorção da luz, e a separação das cargas eléctricas (electrões e buracos) que são formados como consequência da absorção de fótons. Para minimizar recombinação antecipada de electrões e buracos, os semicondutores utilizados devem possuir um número reduzido de



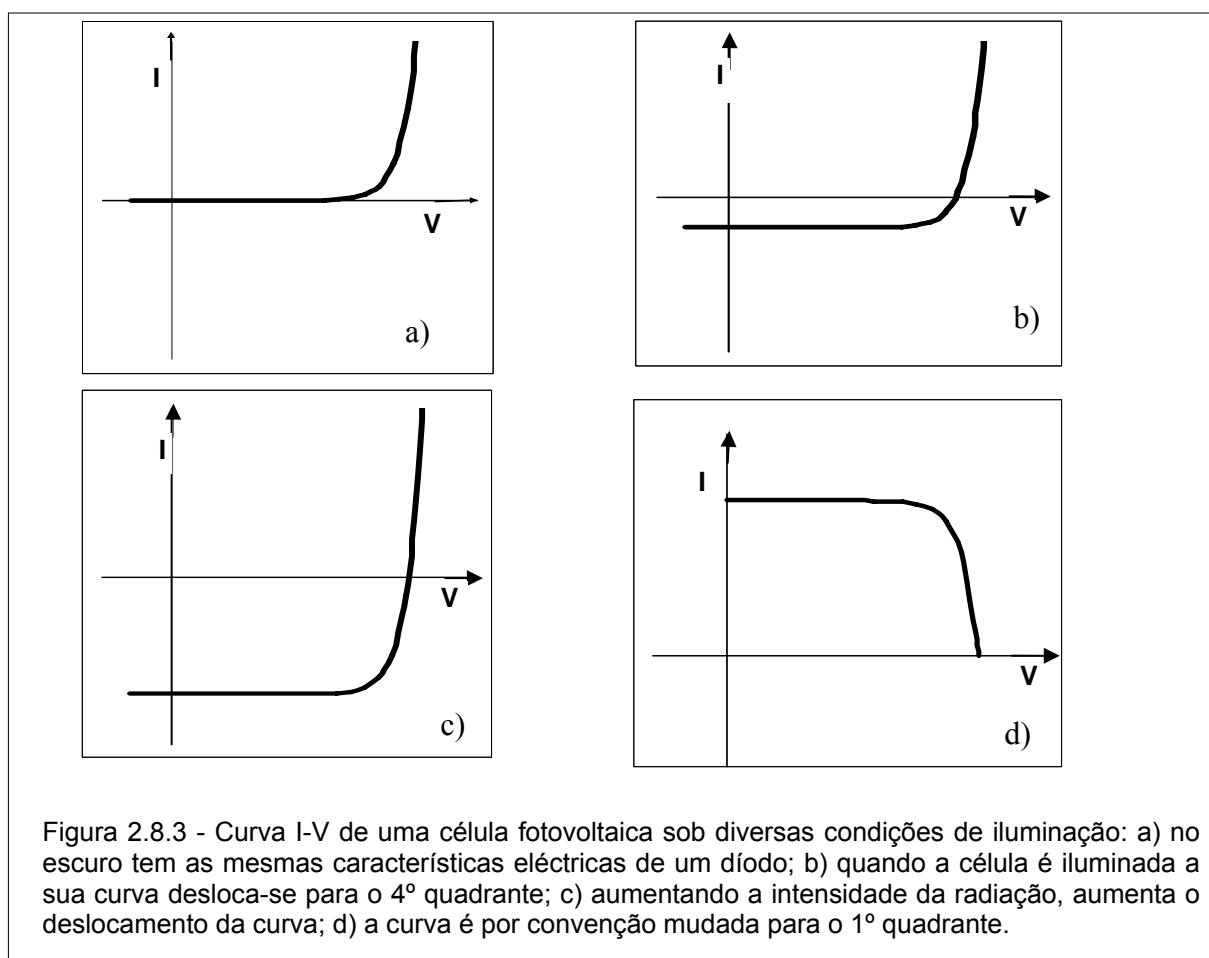
defeito. A produção deste tipo de célula apresenta inúmeras dificuldades o que eleva o seu custo e consequentemente limita imenso o seu uso para produção de electricidade em grande escala. Por essa razão existe um elevado número de grupos de investigação a trabalhar no desenvolvimento de novos materiais alternativos ao silício.

No início dos anos noventa, um grupo de investigação na Suíça, sob a orientação do Professor Michael Grätzel, desenvolveu uma célula fotovoltaica baseada num corante fotoexcitável que transforma grande parte da energia solar em energia eléctrica. Estas células utilizam como material um semiconductor nanocristalino (TiO_2 - dióxido de titânio), material de baixo custo, o qual é depositado sobre uma placa de vidro revestida por uma película transparente e condutora. A célula fotovoltaica é formada por um sistema constituído de um eléctrodo condutor e transparente (SnO_2) onde é depositado uma fina camada de TiO_2 impregnada com um corante orgânico, um electrólito constituído por Iodo/Triiodo (I^-/I_3^-), um catalisador (grafite ou platina) e outro eléctrodo condutor e transparente (SnO_2).

O funcionamento da célula baseia-se na excitação do corante pela luz incidente. O corante excitado transfere electrões para a superfície condutora

através do dióxido de titânio, ficando o corante oxidado. Os electrões fluem de um eléctrodo para o outro eléctrodo através de um circuito externo, criando assim uma corrente eléctrica, e encontram o electrólito sendo absorvido pelo I_3^- que se transforma em I^- . O corante oxidado é então reduzido pelos átomos de Iodo negativamente carregados, completando assim o ciclo. Para facilitar a redução das moléculas na superfície do eléctrodo é depositada uma camada fina de grafite. A escolha do dióxido de titânio como material semiconductor deve-se ao facto de ser um material barato, abundante, quimicamente inerte. Para a composição da solução electrolítica, é utilizado o Iodo, pelo facto deste ter uma baixa electronegatividade entre os halogéneos, cedendo facilmente electrões e formando o complexo I^-/I_3^- com facilidade e estabilidade.

Para determinar a qualidade de uma célula fotovoltaica é necessário analisar alguns parâmetros. Assim é importante a análise da curva da intensidade



de corrente – diferença de potencial (I-V). A curva I-V pode ser determinada medindo a diferença de potencial e a intensidade de corrente da célula fotovoltaica para diferentes valores da resistência de carga. A curva I-V de uma célula solar é o resultado da sobreposição da corrente gerada pela luz com a curva do díodo no escuro. A luz tem o efeito de deslocar a curva I-V para o 4º quadrante. A figura 2.8.3 apresenta as curvas I-V de uma célula fotovoltaica sob diversas condições de iluminação, a curva d) mostra a curva mudada para o primeiro quadrante, como é mais comum ser encontrada.

Uma boa célula fotovoltaica apresenta partindo do curto-circuito I_{SC} , uma corrente quase constante, decrescendo ligeiramente com o aumento da diferença de potencial até chegar a um “joelho”, a partir do qual diminui rapidamente, até cortar quase verticalmente o eixo das diferenças de potenciais. A potência da célula, que é o produto da diferença de potencial pela corrente, apresenta um máximo localizado no “joelho” da curva I-V.

A figura 2.8.4 representa a curva de uma célula fotovoltaica, identificando as principais características:

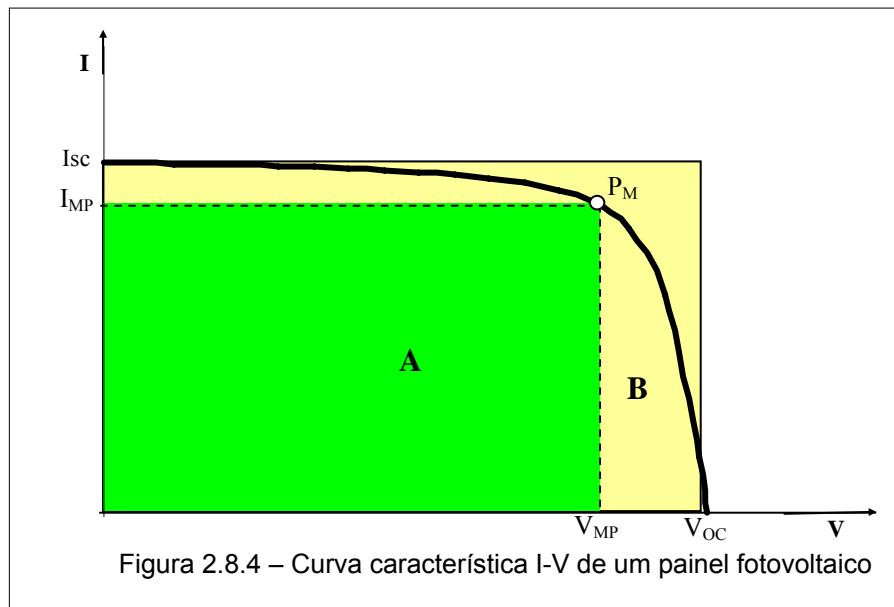
- Corrente de curto-circuito I_{SC} , corrente que circula na célula iluminada quando a tensão entre os seus terminais é nula.
- Tensão de circuito aberto V_{OC} , tensão entre os terminais de uma célula iluminada quando a corrente que circula por ela é nula.
- Ponto de máxima potência P_M , ponto da curva I-V para o qual o produto entre a tensão e a corrente é máximo.
- Tensão de potência máxima V_{MP} , tensão entre os terminais de uma célula iluminada quando a potência é máxima.
- Corrente de potência máxima I_{MP} , corrente que circula na célula iluminada quando a potência é máxima.

Nessa figura 2.8.4, I_{SC} é a corrente de curto-circuito e representa a máxima corrente que o dispositivo pode fornecer sob determinadas condições de iluminação e temperatura com diferença de potencial nula; V_{OC} é a diferença de

potencial de circuito aberto e representa a máxima diferença de potencial que o dispositivo pode fornecer sob determinadas condições de iluminação e temperatura com corrente nula. Em ambos os pontos, a potência de saída é zero. Um parâmetro muito usado para aferir da qualidade de uma célula é o seu rendimento que se define como a razão entre a potência eléctrica máxima e a potência luminosa incidente:

$$\eta = \frac{P_M}{P_{inc}}$$

A potência incidente é dada pelo produto da área de superfície da célula com a intensidade da radiação solar incidente.



Um outro parâmetro importante para caracterizar uma célula fotovoltaica é o factor de forma (em inglês *fill factor*), que nos indica o grau de proximidade à característica ideal. Graficamente pode ser definido como a razão entre as áreas A e B da figura 2.8.4. Ou seja, $FF = \frac{P_M}{V_{OC} \cdot I_{SC}}$.

2.9. CONCEITOS FÍSICOS EXPLORADOS






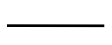
Durante o desenvolvimento dos diversos trabalhos os alunos exploraram vários conceitos físicos, sobretudo conceitos de electricidade. Estes conceitos tinham sido leccionados na disciplina de Ciências Físico-Químicas. Sobre estes conceitos muito se pode dizer, no entanto aqui estão descritos os conceitos que foram utilizados pelos alunos.

Circuito eléctrico

Um circuito eléctrico é um conjunto de componentes eléctricos ligados entre si e que permitem que haja propagação de energia desde as fontes de energia eléctrica até aos receptores de energia eléctrica.

Fonte de energia eléctrica é qualquer aparelho ou sistema que forneça energia eléctrica. Receptor de energia eléctrica é qualquer aparelho ou sistema que consuma a energia eléctrica. A ligação entre os vários componentes é feita através de fios condutores. Um circuito eléctrico é necessariamente um percurso fechado.

Para representar circuitos eléctricos podemos recorrer a desenhos. Mas fazer o desenho de um circuito é demorado e o resultado depende da habilidade de cada um. Por isso, convencionou-se representar os circuitos por meio de esquemas, fazendo corresponder a cada dispositivo o seu símbolo, como é mostrado na tabela em baixo.

Pilha		Gerador		Lâmpada	
Interruptor aberto		Interruptor fechado		Fio de ligação	

Com estes símbolos é possível esquematizar, por exemplo, um circuito que permite acender e apagar uma lâmpada ligada a uma pilha.

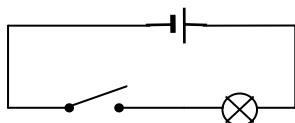


Figura 2.9.1. – Circuito aberto

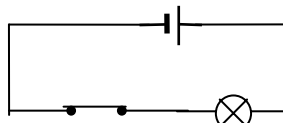


Figura 2.9.2. – Circuito fechado

Quando carregamos num interruptor, para "acender" a lâmpada de um candeeiro de mesa ligado a uma tomada de corrente, estamos a fechar o circuito. Quando carregamos novamente no interruptor, para "apagar" a lâmpada, estamos a abrir o circuito.

Um interruptor tem então a dupla função de estabelecer e interromper a passagem da corrente eléctrica em qualquer circuito eléctrico. Quando um circuito eléctrico é interrompido, diz-se que está aberto (figura. 2.9.1); quando o circuito é estabelecido, diz-se que está fechado (figura. 2.9.2).

É possível instalar num circuito eléctrico mais do que um receptor. Esta instalação pode ser feita de duas maneiras: em série ou em paralelo.

- Num circuito em série os receptores são ligados um a seguir ao outro, existindo um só caminho para a corrente eléctrica (figura 2.9.3)
- Num circuito em paralelo os receptores são

ligados cada um num ramo diferente, fazendo com que haja mais do que um caminho diferente para a corrente eléctrica. Há um ponto chamado nó, onde a corrente do ramo principal se divide pelos ramos, e outro nó onde a corrente se junta de novo (figura 2.9.4).

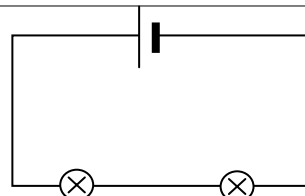


Figura – 2.9.3. – Esquema de circuito com duas lâmpadas em série

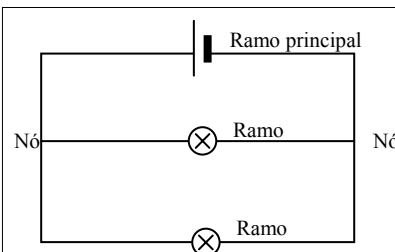


Figura 2.9.4. – Esquema de circuito com duas lâmpadas em paralelo

Corrente eléctrica

Os circuitos eléctricos permitem que a energia vá desde a fonte de energia até ao receptor. Este transporte é feito pela corrente eléctrica. Esta consiste num movimento ordenado de partículas com carga eléctrica.

Nos materiais metálicos que são bons condutores eléctricos, os portadores de carga eléctrica são os electrões de condução. Estes movem-se por todo o metal ao acaso. Ligando um gerador aos extremos do condutor metálico, os electrões são orientados para o pólo positivo, cessando o movimento caótico. Temos então um movimento orientado de electrões, ou seja corrente eléctrica.

Quando a corrente passa num só sentido chama-se corrente eléctrica contínua. Se a corrente muda periodicamente de sentido chama-se corrente alternada ou alterna.

Antes da descoberta do electrão, convencionou-se que a corrente eléctrica se fazia do potencial mais alto para o mais baixo. Ou seja, do pólo positivo para o pólo negativo. A este sentido chama-se *sentido convencional*. O sentido contrário ou o sentido dos electrões chama-se sentido real.

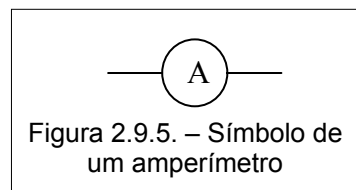
À quantidade de carga eléctrica que atravessa uma secção recta do condutor por unidade de tempo chama-se intensidade de corrente. Assim, quanto mais cargas eléctricas atravessarem a secção por unidade de tempo maior será a intensidade de corrente.

$$\text{Ou seja, } I = \frac{|\Delta q|}{\Delta t}$$

Onde I representa a intensidade de corrente eléctrica, Δq a carga total que atravessa a secção e Δt o intervalo de tempo durante o qual passa a carga Δq .

A unidade é o *ampere*, em honra do físico Francês André-Marie Ampère (1755-1836). Um ampere corresponde à carga de 1C (coulomb) que atravessar a secção no intervalo de tempo de 1s.

A intensidade da corrente eléctrica é medida por um aparelho chamado amperímetro ou com um multímetro na posição adequada. Os amperímetros instalam-se num circuito sempre em série.

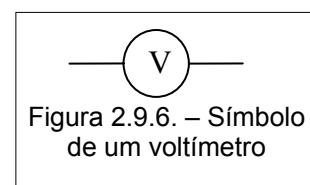


Diferença de potencial

Para que haja corrente eléctrica num circuito é necessário que os electrões fiquem sujeitos à acção de forças eléctricas. Estas forças são responsáveis pelo movimento dos portadores de carga. Assim só existe corrente eléctrica num condutor se houver uma diferença de potencial entre dois pontos desse condutor.

O trabalho realizado pelas forças eléctricas mede a energia transferida para os electrões. Assim, a diferença de potencial entre dois pontos de um condutor é o trabalho realizado pelas forças eléctricas sobre os electrões por unidade de carga que atravessa esse condutor. Ou seja, a diferença de potencial entre dois pontos de um condutor é a energia transferida para esse condutor, por unidade de carga que o atravessa.

A unidade SI da diferença de potencial é o volt, V, em homenagem ao físico italiano Alessandro Volta (1745-1827). A diferença de potencial é medida por um aparelho chamado voltímetro ou com um multímetro na posição adequada. Os voltímetros instalam-se num circuito sempre em paralelo.



Se associarmos geradores em série, a diferença de potencial entre os extremos é igual à soma das diferenças de potencial de cada um dos geradores. Se associarmos geradores em paralelo, a diferença de potencial é igual à diferença de potencial em cada gerador.

Resistência eléctrica

Nem todos os materiais se deixam atravessar facilmente pela corrente eléctrica. Os materiais que permitem a passagem fácil da corrente eléctrica são

chamados bons condutores eléctricos (ex: metais). Aqueles que oferecem uma grande resistência à passagem da corrente eléctrica são designados por isolantes ou maus condutores eléctricos.

Esta diferença de comportamento deve-se a facto de existir uma oposição à passagem de corrente eléctrica. A grandeza física que caracteriza esta oposição chama-se resistência eléctrica. Os bons condutores têm resistência baixa e os maus condutores têm uma resistência elevada.

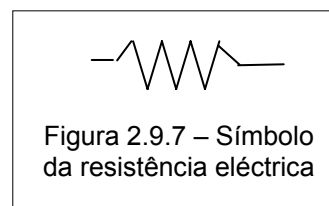
A resistência eléctrica está relacionada com a diferença de potencial aplicada nos terminais de um condutor e a intensidade da corrente que o percorre. Para um dado valor da diferença de potencial, quanto maior for a resistência eléctrica menor será a intensidade da corrente que o percorre.

A resistência eléctrica (R) é o quociente entre a diferença de potencial (U) nos terminais do condutor e a intensidade da corrente eléctrica (I) que o percorre:

$$R = \frac{U}{I}$$

A unidade de resistência SI é o ohm, Ω . A resistência eléctrica é medida por aparelhos chamados ohmímetros ou multímetros na posição adequada. A medição é feita aos condutores fora do circuito eléctrico. Para a medição da resistência eléctrica com os condutores em funcionamento usa-se um método indirecto, medindo a intensidade da corrente que o atravessa e a diferença de potencial nos terminais desse condutor. A resistência obtém-se calculando o cociente entre estas duas grandezas.

Num circuito eléctrico a resistência eléctrica é esquematizado como mostra figura 2.9.7

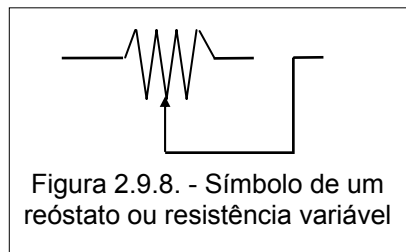


A resistência eléctrica depende:

- da temperatura - num condutor metálico um aumento da temperatura provoca um aumento da resistência;
- do comprimento do condutor - quanto maior for o comprimento do condutor maior é a resistência desse condutor;

- da área da sua secção recta - quanto menor for a área de secção recta maior será a resistência do condutor;
- da natureza do material de que é feito o condutor.

Baseando-se nas variações da resistência dos condutores com o seu comprimento, foram criados dispositivos que permitem variar a resistência num circuito. Estes dispositivos são os reóstatos ou também chamados de resistências variáveis. A figura 2.9.8 mostra o símbolo que é usado nos esquemas dos circuitos.



Aplicando, nos extremos de um fio metálico, diferenças de potencial de valores diferentes, o fio é percorrido por correntes de intensidades diferentes. Verifica-se que a razão entre a diferença de potencial e a intensidade se mantém constante, ou seja a resistência não varia.

Este resultado experimental, estabelecido pela primeira vez pelo físico Georg Ohm, é conhecido por lei de Ohm, que pode ser enunciada:

“Num condutor filiforme e homogéneo, a uma dada temperatura, a diferença de potencial entre os seus extremos é directamente proporcional à intensidade da corrente que o percorre, ou seja, a sua resistência é constante.”

Os condutores que obedecem a esta lei são chamados condutores óhmicos, os outros são chamados de condutores não-óhmicos.

Curto-circuito

Se, num circuito eléctrico, os fios de ligação fizerem contacto directo entre os dois pólos da fonte de alimentação, a resistência fica praticamente nula. Estabelece-se o que normalmente se chama de curto-circuito. Nestas situações a intensidade da corrente torna-se muito elevada.

Potência eléctrica

A potência de um aparelho mede a energia transformada por um aparelho por unidade de tempo.

$$P = \frac{\Delta E}{\Delta t}$$

Onde “ ΔE ” representa a energia transformada; “ Δt ” o intervalo de tempo em que o aparelho está a funcionar e “ P ” a potência do aparelho.

A unidade SI de potência é o watt, W, em homenagem ao físico escocês James Watt (1736-1816). Um watt é a potência de um aparelho que transforma 1J de energia em cada 1 s de funcionamento.

A potência eléctrica de um aparelho também se relaciona com a diferença de potencial nos seus terminais e a intensidade da corrente que o percorre do seguinte modo:

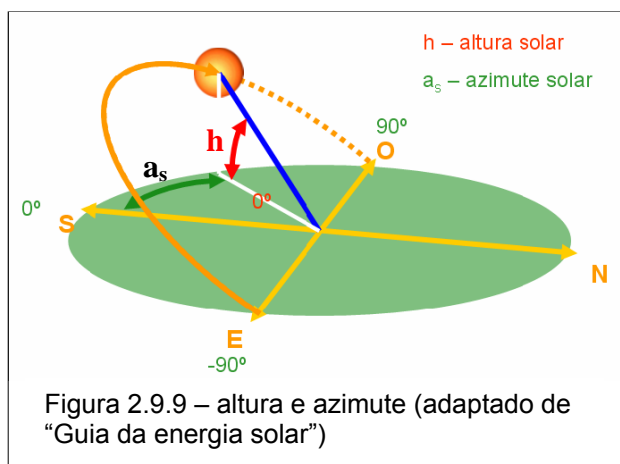
$$P = U \times I$$

Onde “ U ” representa a diferença de potencial nos terminais do aparelho e “ I ” a intensidade da corrente que o percorre.

Heliotecnia

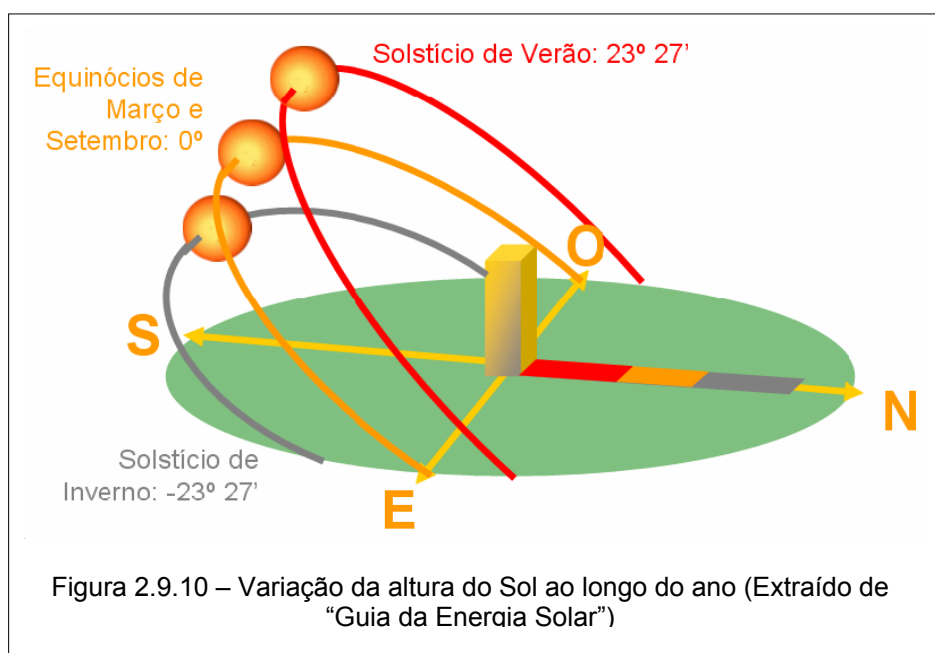
Os alunos também fizeram uso de conceitos de heliotecnia pelo que aqui se vão descrever os que foram utilizados.

Um observador na Terra, vê o Sol descrever um movimento aparente no céu. Este movimento pode ser descrito usando 2 coordenadas: a altura e o azimuth. A altura é o ângulo formado entre o raio do Sol e o horizonte, do ponto de vista do observador. O azimuth



solar é o ângulo entre o Sul geográfico e o plano vertical que passa pelo centro do Sol, do ponto de vista do observador e com vértice neste.

A trajectória solar varia ao longo do ano. Assim o Sol nasce a Sul do ponto cardeal, Este no Inverno e a Norte deste no Verão. O ocaso ocorre a Sul do ponto cardeal, Oeste no Inverno e a Norte deste no Verão. Só nos equinócios é que o Sol nasce exactamente a Este e o ocaso acontece exactamente a Oeste. A altura máxima diária atingida pelo Sol é maior no Verão e menor no Inverno (ver figura 2.9.10).



A alteração, ao longo do ano, dos lugares de nascente e de poente e da altura máxima diária, ocorre devido ao eixo de rotação da Terra ser inclinado em relação ao plano da órbita (plano da eclíptica), que actualmente é ligeiramente superior a 23°. Este eixo tem uma direcção constante em relação às estrelas fixas, portanto vai mudando em relação ao Sol. Uma consequência deste facto é o Sol iluminar o globo terrestre de forma diferente ao longo do ano, alterando assim a duração dos dias. Esta inclinação é chamada *declinação* e é definida como seja o ângulo formado entre a direcção da radiação solar e o plano do equador.

A radiação solar que chega à atmosfera é de 1367 W/m^2 . Ao atravessar a atmosfera parte da radiação solar é reflectida para o espaço devido às nuvens, poeiras e outros componentes e também pelo solo. Há também uma pequena

parte que é absorvida (por exemplo a UV pelo ozono e IV pelo vapor de água). A radiação que chega à superfície terrestre é cerca de 1000 W/m^2 , distribuída pela:

- radiação directa – atinge directamente a superfície;
- radiação difusa celeste – dispersa em diferentes direcções pelos componentes da atmosfera;
- radiação difusa reflectida – reflectida pelo solo e objectos circundantes.

A radiação recebida à superfície da Terra é influenciada pela variação da posição do Sol ao longo do dia e do ano. Assim, se à superfície da Terra chegarem 1000 W/m^2 , isto significa que 1m^2 de solo recebe 1000 W se a radiação incidir perpendicularmente. Como geralmente a radiação incide com alguma inclinação, 1m^2 de solo recebe menos 1000 W ou precisamos de uma área maior para receber essa radiação. Por isso a irradiação solar aumenta de manhã até ao meio-dia solar e decresce ao longo da tarde. Por este facto também a irradiação é maior no Verão e menor no Inverno e explica também as diferenças de clima entre as zonas equatoriais, temperadas e polares. A radiação que chega ao solo também é menor devido ao bloqueio provocado pelas nuvens, e em menor grau o efeito resultante da diferença de percurso da radiação na atmosfera.

Para captar o máximo possível da energia da irradiação solar é necessário que a superfície de captação seja perpendicular aos raios solares. Além disso se a radiação solar não for perpendicular a fracção da energia reflectida pelo material é maior.

Não é prático o sistema de captação estar sempre perpendicular à radiação solar. A melhor solução é orientá-los para Sul, com uma inclinação ligeiramente inferior à latitude do lugar. Dependendo do uso que se lhe vai dar, a orientação pode ser adequada à estação do ano.

3 – METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO

3.1. TIPO DE INVESTIGAÇÃO

A investigação nas ciências sociais está associada a paradigmas. A distinção entre paradigmas diz respeito à produção do conhecimento e ao processo de investigação. A distinção é geralmente usada ao nível do método. Assim os métodos de investigação podem ser classificados em métodos quantitativos e métodos qualitativos. Os métodos de investigação quantitativos e qualitativos são na maior parte das vezes associados, respectivamente, às abordagens dedutivas e indutivas. A metodologia dedutiva consiste em, a partir de uma teoria conhecida, procurar a confirmação ou infirmação de hipóteses previamente definidas. A pesquisa quantitativa considera geralmente a ciência como uma verdade objectiva enquanto a pesquisa qualitativa se centra na experiência vivida e portanto no fenómeno subjectivo.

A metodologia de investigação quantitativa visa a apresentação e a manipulação numérica de observações com vista à descrição e à explicação do fenómeno sobre o qual recaem as observações. Geralmente a pesquisa quantitativa começa por expor os objectivos previamente definidos, ou seja, pretende-se a verificação de resultados previstos.

A investigação quantitativa está sobretudo ligada à investigação experimental, ou quase experimental. A realidade construída é composta de causas e efeitos. Para predizer e controlar eventos, comportamentos e outros desfechos, cabe ao cientista quantificar essas causas e efeitos e, a fim de maximizar a objectividade, estes devem ser isolados do seu contexto. Este paradigma de investigação pressupõe a observação de fenómenos, a formulação de hipóteses explicativas desses fenómenos, o controlo de variáveis, a validação ou rejeição das hipóteses a partir de uma recolha rigorosa dos dados sujeitos a uma análise estatística e uma utilização de modelos matemáticos para testar essas hipóteses. Os objectivos da investigação quantitativa consistem

essencialmente em encontrar relações entre variáveis, fazer descrições recorrendo ao tratamento estatístico dos dados recolhidos, testar teorias, estabelecer relações causa-efeito e prever fenómenos, isto é, generalizar os resultados obtidos para uma determinada população em estudo a partir da amostra. (Carmo & Ferreira, 1998)

Nas metodologias qualitativas, os sujeitos de estudo não são reduzidos a variáveis isoladas ou a hipóteses, mas vistos como parte de um todo, no seu contexto natural e habitual. Ao reduzir as pessoas a conjuntos estatísticos, perde-se de vista a natureza subjectiva do comportamento humano. Estas metodologias permitem conhecer melhor os seres humanos e compreender como ocorre a evolução das definições do mundo destes sujeitos, fazendo uso de dados descritivos derivados de registos e anotações pessoais, de diálogos dos sujeitos e de comportamentos observados.

Bogdan e Biklen (1994) definem cinco características da investigação qualitativa, que consideram os principais pontos de pensamento e formas de se intervir nessa perspectiva. No entanto, nem todos os estudos qualitativos têm todas estas características.

- “1 - *A fonte directa de dados é o ambiente natural, constituindo o investigador o instrumento principal.* O local de estudo e aquisição dos dados é o ambiente em que as pessoas vivem e não a simulação de um lugar. O investigador preocupa-se com o contexto em que o estudo está à ocorrer e, portanto, frequenta os locais e observa os acontecimentos dentro do ambiente natural de ocorrência.
- 2 - *A investigação qualitativa é descritiva.* Os dados recolhidos são em forma de palavras ou imagens e não de números. A palavra escrita é fundamental para o registo dos dados colhidos. Estes podem ser em forma de transcrições, imagens, documentos pessoais, memorandos, etc... Na sua busca de conhecimento, os investigadores qualitativos não reduzem as muitas páginas contendo narrativas e outros dados a símbolos numéricos. Tentam analisar os dados em toda a sua riqueza, respeitando, tanto quanto possível, a forma em que estes foram

registados ou transcritos (Bogdan & Biklen 1994). Para se obter uma compreensão mais esclarecedora do objecto de estudo, os investigadores qualitativos examinam o mundo com a ideia de que nada é trivial.

- 3 - *Maior interesse pelo processo do que pelos resultados ou produtos.*
- 4 - *A análise dos dados é feita de forma indutiva.* Não recolhem dados ou provas com o objectivo de confirmar ou infirmar hipóteses construídas previamente, as teorias vão sendo construídas à medida que os dados vão sendo obtidos. A direcção de análise só começa a estabelecer-se à medida que os dados vão sendo conhecidos. Uma teoria desenvolvida deste modo procede de "baixo para cima" (em vez de "cima para baixo"), com base em muitas peças individuais de informação recolhida que são inter-relacionadas (Bogdan & Biklen 1994). Neste tipo de investigação não se sabe *a priori* a direcção da teoria, esta só começa a surgir com a recolha de dados. Não é como um "puzzle", que apesar de termos que encaixar as várias peças, já conhecemos a figura final. Assemelha-se mais a um quadro de um pintor que se vai revelando a medida que se aproxima a sua conclusão. Não presume que se sabe o suficiente para reconhecer as questões importantes antes de efectuar a investigação.
- 5 - *O significado é de vital importância.* Há um interesse no modo como diferentes pessoas dão sentido às suas vidas. Ou seja, é fundamental conhecer quais são as suas percepções e como os participantes interpretam as suas experiências, havendo diálogo entre investigador e investigado."

As metodologias qualitativas são flexíveis e particulares ao objecto de estudo. Evoluem ao longo da investigação e é esta flexibilidade que permite que haja uma análise mais aprofundada e mais detalhada dos dados. O investigador observa as pessoas e as interacções entre elas, participando nas actividades, entrevistando pessoas, conduzindo histórias de vida ou estudos de casos e/ou analisando documentos já existentes.

Na abordagem qualitativa, não existem regras metodológicas fixas e totalmente definidas, mas estratégias e abordagens de colheita de dados, que

não devem ser confundidas com a ausência de metodologia, ou com o "vale tudo". A maioria dos estudos qualitativos está voltada para a descoberta, a identificação, a descrição aprofundada e a criação de explicações.

Nos métodos qualitativos, o investigador está envolvido na vida dos sujeitos (ou participantes) visto que os seus procedimentos de investigação se baseiam em conversar, ouvir, permitir a expressão livre dos interlocutores. Estes procedimentos criam um ambiente de informalidade. O simples facto dos sujeitos poderem falar livremente a respeito de um tema sem que haja um roteiro preestabelecido ou questões fechadas que lhes tenham sido impostas, permite diminuir o distanciamento entre o investigador e os investigados.

A investigação qualitativa, tal como outras tem vantagens e limitações. As suas principais vantagens são:

- gera informação rica e detalhada que mantém intactas as perspectivas dos participantes;
- possibilita uma compreensão do contexto dos comportamentos sociais;
- fornece informações úteis a respeito de tópicos mais pessoais ou de difícil abordagem em estudos mais estruturados.

As principais limitações dos estudos qualitativos são:

- as medidas tendem a ser mais subjectivas e a possibilidade de viés do observador pode comprometer a validade do estudo;
- os resultados não podem ser generalizados;
- o trabalho é intenso e demorado, podendo ter um custo elevado devido aos custos de pessoal ;
- a análise de dados subjectivos é muitas vezes percebida como problemática, trabalhosa, e o investigador deve ser muito experiente, a ponto de poder criticar a possibilidade do seu próprio viés de observação.

A investigação desenvolvida nesta dissertação constituiu um estudo de natureza qualitativo. Foi realizado num ambiente natural (sala de aula) e o

investigador esteve envolvido. A investigação foi descritiva visto que os dados recolhidos foram em forma de palavras, imagens, memorandos e documentos pessoais. Houve um maior interesse pelo processo do que pelos resultados ou produtos. Os dados não serviram para confirmar ou infirmar uma hipótese, mas sim para conhecer como os participantes interpretaram as suas experiências. A grande maioria dos resultados escritos da investigação contêm citações feitas com base nos dados para ilustrar e substanciar a apresentação. A análise dos dados inclui transcrições dos questionários e documentos pessoais.

Apesar da maior parte da investigação ter sido qualitativa, houve uma parte da recolha de dados que foi feita sob a forma de um questionários abertos, pelo que houve lugar a uma quantificação de alguns resultados.

3.2. TÉCNICAS DE RECOLHA DE DADOS

Com a metodologia de investigação a utilizar identificada e caracterizada, procedemos da mesma forma com as técnicas de recolha de dados. Para a recolha de dados é necessário ter instrumentos, capazes de recolher todas as informações adequadas e pertinentes. Assim foram analisados os registos dos alunos (o “diário de bordo”), feitas fotografias das actividades realizadas e efectuadas observações de aulas. Além disso, foi aplicado um inquérito aos alunos no final do ano. Então, para a recolha de dados, foram feitas: uma pesquisa documental, uma observação directa e uma observação indirecta.

A pesquisa documental serve para seleccionar, tratar e interpretar informação bruta existente em suportes estáveis com vista a extrair algum sentido (Carmo & Ferreira, 1998). Os documentos em que se recolheram dados foram os registos dos alunos (“diário de bordo”). O interesse nestes documentos reside no acesso à informação que não se encontra em outras fontes. Permite ainda ter a visão dos alunos sobre o trabalho que vão efectuando.

As desvantagens destes documentos está no facto dos alunos não registarem todos os acontecimentos. As expressões usadas são subjectivas

valendo como testemunhos privilegiados de quem viveu a realidade, não a retratando com objectividade mas com os olhos de quem viveu por dentro. Como as informações que integram estes documentos são singulares, é difícil provar a sua veracidade.

Para minimizar estas desvantagens, podem verificar-se os factos cruzando a informação proveniente destes documentos com a obtida em outras fontes. Deve ainda fazer-se uma crítica, verificando a coerência do texto com a realidade conhecida.

A informação fornecida por estes documentos pode ser uma fonte valiosa para a investigação, mas deve ser combinada com a informação obtida de outras fontes para reduzir as desvantagens.

A observação directa é aquela em que o próprio investigador procede directamente à recolha das informações, sem se dirigir aos sujeitos interessados. Apela directamente ao seu sentido de observação (Quivy & Campenhoudt, 1998).

É um método que faz uso dos sentidos, de forma a obter as informações no instante em que estas acontecem. Permite a observação dos comportamentos no momento em que eles se produzem, sem a medição de um documento ou de um testemunho, diminuindo desta forma a subjectividade na recolha de dados. O investigador pode testemunhar o aparecimento ou a transformação dos comportamentos, os efeitos que eles produzem e os contextos em que são observados.

Este método tem como vantagens o facto dos comportamentos e dos acontecimentos serem observados no momento em que são produzidos, pelo próprio investigador. Obtenção de material relativamente espontâneo.

As desvantagens inerentes da utilização deste método são:

- O investigador pode ter dificuldades em ser aceite pelo grupo observado. Neste estudo este problema não se levantou visto o investigador fazer parte do grupo (professor da turma).

- O problema do registo, pois pode ser muito rápido ou muito lento e o observador não se aperceber. Pode acontecer que haja acontecimentos simultâneos, tornando difícil o seu registo.
- A incapacidade de memorização do investigador, visto a memória ser selectiva e eliminar uma grande variedade de comportamentos. Como nem sempre é possível, nem desejável, tomar notas no próprio momento, o investigador optou por registar em áudio os acontecimentos relevantes logo após a sua ocorrência, reduzindo desta forma os dados perdidos.

A observação pode ser classificada conforme o envolvimento do investigador. Assim pode ser observação não-participante ou observação participante. No primeiro caso o investigador é um mero espectador que regista o que observa. Por um lado os dados são mais objectivos, pois não há um envolvimento emocional. Em contrapartida pode não ser bem aceite no grupo ou o grupo em observação modificar os seus comportamentos. Na observação participada não corre tanto risco de ser rejeitado mas os registos podem ser mais subjectivos, visto que o investigador está envolvido emocionalmente. Neste caso, o investigador fazia parte do grupo o que facilitou o registo de dados.

Na observação indirecta, o investigador dirige-se ao sujeito para obter a informação desejada. Ao responder às perguntas, o sujeito intervém na produção de informação. Esta não é recolhida directamente, sendo portanto menos objectiva. Na realidade existem dois intermediários entre a informação procurada e a informação obtida: o sujeito, a quem o investigador pede que responda, e o instrumento, constituído pelas questões a colocar. Para que a informação obtida não seja falseada, voluntariamente ou não, é necessário controlar estas duas fontes de deformação e de erros (Quivy & Campenhoudt, 1998).

O instrumento de recolha de dados pode ser um questionário ou uma entrevista. Devido à natureza do trabalho optou-se por um questionário com questões abertas com o intuito de saber a opinião dos alunos sobre o trabalho realizado.

3.3. CONSTRUÇÃO DOS INSTRUMENTOS DE RECOLHA DE DADOS

O questionário escrito de questões abertas foi um dos instrumentos de recolha de dados pelo qual se optou para este trabalho como já foi referido. Esta escolha deveu-se ao facto de se pretender uma opinião sobre o trabalho desenvolvido e obter respostas com certo grau de profundidade. Assim construiu-se um inquérito constituído por sete itens, que foi aplicado no final do ano lectivo. Para evitar que houvesse algum constrangimento por parte dos alunos ou que a pressão da avaliação influenciasse as respostas, o inquérito foi anónimo. Um exemplar deste inquérito encontra-se em anexo (anexo 2).

O questionário destinou-se aos alunos, como tal foi lido e preenchido por eles. Assim houve o cuidado de colocar questões claras e precisas, ou seja que fossem entendidas por todos os alunos da mesma maneira.

Para nos assegurarmos que as questões fossem entendidas da mesma forma por todos e que correspondiam às informações procuradas, as questões foram testadas. Esta operação consistiu em aplicá-las a um pequeno número de alunos. Verificou-se que estavam de acordo com o pretendido pelo que esses questionários também foram usados.

O primeiro item *“Faz uma descrição de todo o trabalho realizado na disciplina de Área de Projecto”*, além de fazer com que os alunos recordassem todos os passos percorridos, permitiu ao investigador identificar o grupo e consequentemente o projecto realizado.

O segundo item *“Qual foi a actividade que mais gostaste? Porquê?”*, além de identificar as actividades preferidas, permitiu conhecer as razões que estiveram por detrás da escolha.

Todos têm maior ou menor dificuldades num ou noutro aspecto para se detectar as possíveis dificuldades dos alunos colocou-se a questão três *“Qual ou quais as actividades onde sentiste mais dificuldades? Aponta possíveis razões para esse facto”*. Esta questão permitiu-nos ainda saber, na percepção dos alunos, quais as causas dessas dificuldades.

A quarta questão “*Indica onde pesquisaste informação para o trabalho. (Coloca os sítios por ordem decrescente da sua importância)*”, permitiu saber quais as principais fontes de informação dos alunos.

Na quinta questão “*Indica possíveis influências que o trabalho possa ter tido de outras disciplinas*”, quisemos verificar se os alunos tinham noção que o trabalho pudesse contribuir para o desenvolvimento de competências de outras disciplinas

Na sexta questão “*Indica que saberes precisaste de usar para elaborar o trabalho*”, foi usado o termo “saberes” em detrimento de “conhecimentos” para que os alunos não associassem só a conhecimentos académicos mas a todos os conhecimentos utilizados.

O sétimo item, “*Faz uma crítica a todo o trabalho realizado*”, pretendeu-se que os alunos fizessem uma crítica de todo o trabalho, e a coberto do anonimato fossem os mais verdadeiros possíveis.

4 – DESCRIÇÃO E ANÁLISE DO ESTUDO

4.1. SUJEITOS PARTICIPANTES DA INVESTIGAÇÃO

A investigação realizou-se com os alunos da turma do 8º A da Escola Básica 2, 3 de Vilarinho do Bairro. A escolha deve-se ao facto de ter sido esta a turma atribuída ao docente/investigador. A turma era composta por 23 alunos dos quais 9 rapazes e 14 raparigas. Uma das alunas tinha necessidades educativas especiais. A maioria dos alunos nunca teve qualquer retenção na sua vida escolar, com a excepção feita a 3 alunos, dos quais dois eram repetentes no 8ºano. A situação socio-económica das famílias dos alunos é média baixa.

4.2. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

O desenvolvimento do trabalho iniciou-se na primeira aula da disciplina de Área de Projecto com a motivação para o tema. A motivação consistiu na leitura, por parte do Professor/investigador e de alguns alunos, de vários artigos de jornais sobre o aumento do preço do crude nos mercados internacionais, a diminuição das reservas do mesmo, os problemas ambientais provocados pelo elevado consumo de combustíveis fósseis e sobre o protocolo de Quioto. Estes encontram-se em anexo (anexo 1)

Depois da leitura destes artigos foi feito um debate sobre o assunto. Neste debate os alunos demonstraram uma grande sensibilidade para a problemática ambiental, tendo surgido várias propostas (muitas delas utópicas), mas que demonstraram que os alunos se tinham apropriado do problema. De seguida foi feita a leitura do artigo “Há vida para além do crude” de Rodrigo de Matos, do jornal “Correio da manhã” de 15 de Agosto de 2004, seguido novamente de debate. Deste último concluiu-se que todos poderíamos contribuir para a diminuição das emissões de CO₂ e de outros gases de estufa.

Decidiu-se realizar um trabalho no âmbito das energias renováveis, que mostrasse que é possível um ar melhor, sem abdicar do conforto a que nos habituamos. Surgiu então um conflito sobre qual o recurso energético a desenvolver. Após orientação, mediação e negociação por parte do docente, emergiu o tema a ser tratado: “Conversão da energia solar em energia eléctrica”. A partir do tema foram propostas algumas actividades para desenvolver. Os alunos formaram grupos conforme os seus interesses e as suas relações pessoais. Foi referido que cada grupo deveria ter um caderno onde registaria todos os episódios que iriam acontecer, ou seja um “diário de bordo”.

Os sub-temas seleccionados para fazerem uso da transformação da energia solar em energia fotovoltaica foram: construção de automóvel; um repuxo; uma cascata; um barco. Além destes, houve um grupo que optou por realizar um trabalho escrito sobre o uso da energia solar e a vida e obra do Padre Himalaya. Ficou ainda acordado que todos os grupos construiriam e caracterizariam uma célula fotovoltaica em que os materiais necessários para a sua construção fossem materiais acessíveis.

Nas sessões seguintes, os alunos foram pesquisar sobre os sub-temas, de forma a poderem planificar o trabalho. As pesquisas realizaram-se essencialmente na Internet. A planificação foi dificultada pela inexperiência em planificar actividades.

O passo seguinte foi executar as tarefas. O grupo do repuxo, antes de prosseguir, foi pedir autorização ao Conselho Executivo para poder colocar o repuxo no jardim da escola. A autorização foi-lhes concedida. Os grupos foram pesquisar sobre os materiais a utilizar, onde os conseguir e como os adquirir. Deparam-se com o elevado preço dos painéis solares e a escola não tinha possibilidade financeira para fazer fase a este encargo. Uma forma de ultrapassar esta situação seria pedir ajuda a várias empresas e outras entidades.

Os alunos recorreram à Internet e às Páginas Amarelas para seleccionar empresas ou entidades que pudessem contribuir para a execução do projecto. Como grupos diferentes tinham as mesmas empresas e entidades, e para evitar repetições, foram distribuídos pelos diversos grupos, as empresas e entidades a

contactar. Os alunos da turma, estabeleceram os tópicos para a escrita das cartas a enviar às empresas. De seguida, elaboraram essas cartas, que foram escritas, na aula de Língua Portuguesa. Infelizmente só a empresa “Nautel” respondeu positivamente, oferecendo um painel solar. Respondeu também a SPES informando do concurso “Padre Himalaya”, ao qual dois grupos decidiram participar.

Enquanto se aguardava a possibilidade de mais alguma empresa atender aos pedidos, os alunos foram construindo células fotovoltaicas. Quatro grupos construíram células fotovoltaicas de Grätzel e um grupo construiu uma célula fotovoltaica de cobre.

Para a construção das células fotovoltaicas de Grätzel usaram lâminas de vidro com um lado condutor, constituído por uma camada de SnO_2 (ITO). Usaram uma solução de óxido de titânio TiO_2 e uma solução corante diferente em cada grupo. A preparação da célula fotovoltaica foi feita em 4 passos:

1. Preparação do eléctrodo negativo (-)
2. Preparação do eléctrodo positivo (+)
3. Colocação da solução corante no eléctrodo negativo (-)
4. Montagem da célula fotovoltaica

No 1º passo, limpavam bem uma das lâminas de vidro, usando água destilada e depois secaram-na bem. Usando um multímetro para medir a resistência eléctrica, encontraram o lado condutor, ou seja aquele que é coberto com a camada de ITO. Usando fita-cola, fixaram a lâmina à mesa com a parte condutora virada para cima. Com a pipeta cheia, colocaram na superfície descoberta da lamela a solução de TiO_2 . Com uma lamela distribuíram a solução de TiO_2 na superfície de modo a obter um filme fino e homogéneo (figura 4.2.1). Este passo foi repetido várias vezes por todos os grupos, visto o resultado não ter sido satisfatório. Sempre que houve uma repetição, as lâminas foram bem limpas e secas. Sem tocar na solução de TiO_2 , secaram a superfície com um secador até ficar bem seca. Retiraram a fita-cola da lâmina e puseram-na a “cozer” numa placa de aquecimento. Durante o cozimento, o TiO_2 amareleceu e depois ficou novamente branco.



Figura 4.2.1.- Distribuição da solução de TiO_2 com uma lamela na lamina de vidro.

No segundo passo, a outra lâmina foi limpa e seca da mesma forma que a anterior. Foi determinado qual o lado condutor, medindo a resistência no multímetro e o lado condutor foi revestido com uma camada de grafite usando um lápis. A superfície ficou ligeiramente escurecida.

No terceiro passo, depositou-se a solução corante no eléctrodo negativo. Para isso mergulhou-se completamente o eléctrodo na solução corante. Deixou-se ficar entre 5 a 10 minutos, findo este tempo retirou-se. Limpou-se com cuidado o eléctrodo nos bordos da lâmina. Secou-se o eléctrodo com o secador, verificava-se que estava bem seco quando a cor se tornava mais esbatida.

O passo 4 consistiu na montagem da célula, assim os dois eléctrodos foram juntos como mostra a figura 4.2.2, utilizando um clipe. A camada de TiO_2 com o corante ficou em contacto com a camada de grafite. Para ligar os cabos eléctricos à célula fotovoltaica, as lâminas foram colocadas desfasadas, de forma que não se sobrepusessem, como mostra a mesma figura. A activação da célula

foi feita deitando umas gotas de electrólito na célula fotovoltaica. O electrólito era constituído por uma solução alcoólica de iodo (I_2) e iodeto de potássio (KI). A solução foi preparada pelos alunos. Para verificar o funcionamento da célula bastou ligar ao multímetro e medir a diferença de potencial em circuito aberto.

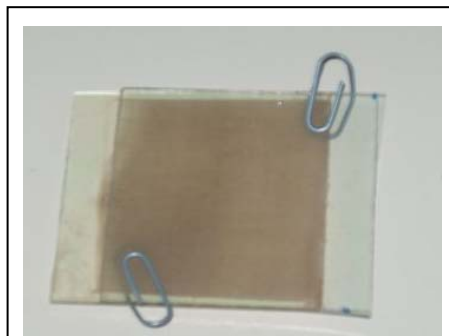
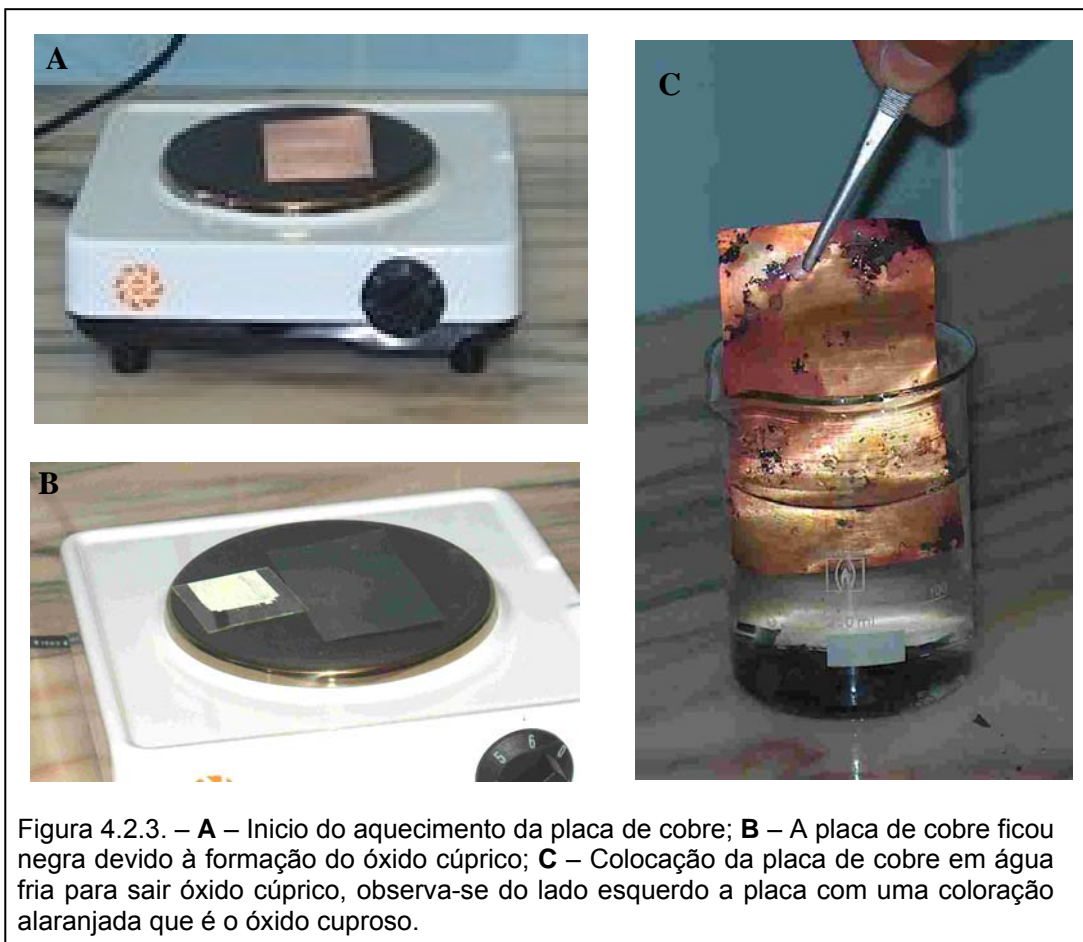


Figura 4.2.2 - Célula fotovoltaica de Grätzel construída pelos alunos

Para a construção da célula fotovoltaica de cobre, foram usadas duas placas de cobre com as dimensões de aproximadamente 8 x 10 cm e uma solução concentrada de cloreto de sódio. Os alunos seguiram o seguinte procedimento:

- Lixaram completamente as duas placas de ambos os lados;
- Aqueceram uma das placas até ficar negra e começar a descascar a parte negra (óxido cúprico);
- Colocaram a placa ainda quente em água fria e o óxido cúprico soltou-se todo (figura 4.2.3), a remoção do óxido cúprico acontece pela diferença de coeficientes de expansão térmica das várias substâncias envolvidas: cobre, óxido cuproso e óxido cúprico;
- Depois de retirar todo o óxido negro, lixaram uma pequena parte para poderem fazer as ligações;
- Colocaram as duas placas na solução saturada, próximas uma da outra mas sem se tocarem.
- Ligaram os cabos eléctricos à célula e ficou pronta a funcionar. Para o verificar bastou ligar a célula ao multímetro e verificar a tensão em circuito aberto.

Na construção da célula fotovoltaica de cobre não houve qualquer problema, funcionou bem logo na primeira tentativa. Quanto às células fotovoltaica de Grätzel, alguns grupos tiveram que repetir todo o procedimento. Em muitos casos as lâminas partiram ou estalaram durante o aquecimento.



A caracterização foi realizada usando um holofote de 1000 W. Este manteve a distância constante durante toda a experiência a uma altura de cerca de 12 cm. Os alunos esquematizaram um circuito elétrico que depois montaram. O circuito era constituído pela célula fotovoltaica, uma resistência variável, um multímetro a funcionar com voltímetro e um multímetro a funcionar com amperímetro. Os resultados obtidos estiveram longe do esperado, em parte porque a caracterização não foi realizada no dia em que as células foram construídas, devido à limitação do tempo da aula (90 minutos). As várias fases da construção das células fotovoltaicas de Grätzel foram realizadas em aulas diferentes. As células eram guardadas com muito cuidado mas talvez não o suficiente, como tal a camada de óxido de titânio apresentava por vezes algumas irregularidades.

No fim da caracterização das células fotovoltaicas, foram retomados os projectos. Para ser mais claro vou descrever o desenvolvimento de cada um separadamente.

Grupo do carrinho



Figura 4.2.4. – Carrinho fotovoltaico construído pelos alunos

O grupo comprou o motor e os módulos solares. Experimentaram qual a melhor forma de os ligar e chegaram à conclusão que era com ligações em série. Pegaram num carro de brincar e desmontaram-no para aproveitar as peças sobretudo o chassis. Com a ajuda de um professor de Educação Tecnológica adaptaram o chassis para poder levar os módulos solares. A ligação das rodas da frente ao carro ficou danificada e tiveram que improvisar para as segurar. Fizeram as primeiras experiências (figura 4.2.5) com os módulos ligados ao motor e funcionou. Montaram o carro



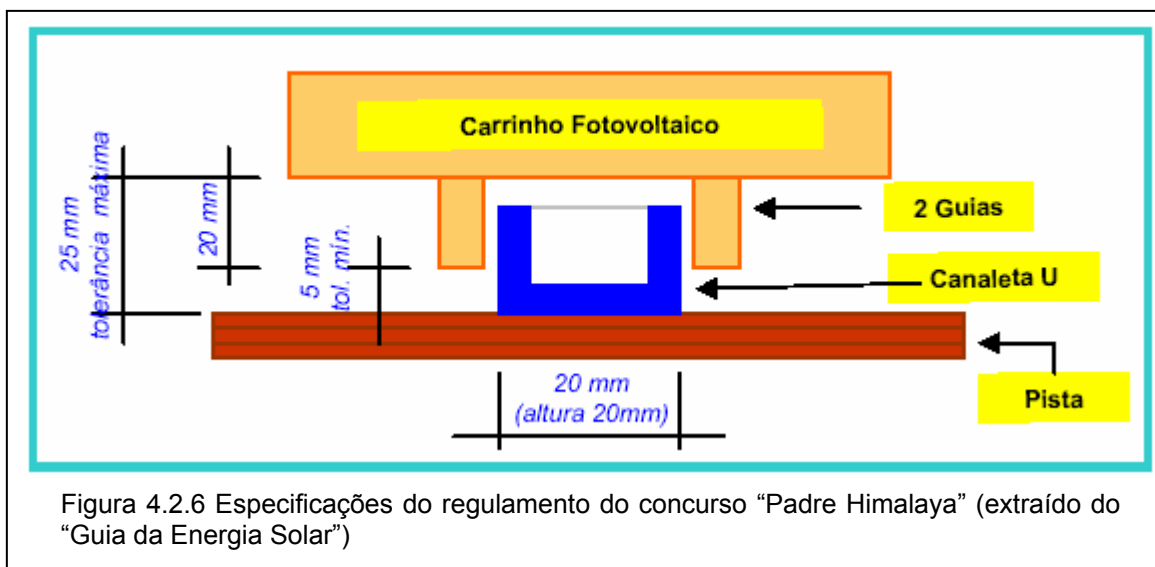
Figura 4.2.5. – Primeiras experiências com o carrinho

provisoriamente e experimentaram. Verificaram que funcionava. Tiveram bastante dificuldade para o finalizar, sobretudo nas adaptações do chassis à placa que suportava as células solares. Ao fim de algumas tentativas ficou operacional. O grupo pode participar no concurso “Padre Himalaya”.

O concurso “Padre Himalaya” tinha algumas especificações de construção do carrinho sobretudo para a guia de direcção, na qual refere:

*“Cada carro deve incorporar os meios de direcção necessários para acompanhar a guia de PVC aparafusada ao piso, seguindo o contorno da pista em 8, em forma de canaleta em U, com as dimensões nominais de 20x20mm. O sistema de direcção deve ser projectado para funcionar por fora da canaleta (ver esquema em anexo), sendo capaz de apresentar uma tolerância de ajustamento entre **5 e 25 mm** acima da superfície da pista, para evitar que o carro “descarrile”. ”*

A primeira tentativa na pista mostrou que havia um problema com a altura



entre o solo e o chassis, devido à guia de direcção, pelo que foi necessário aumentar o diâmetro das rodas. Quando realizavam essa operação a frágil ligação das rodas partiu-se e consequentemente não puderam participar na corrida.

Grupo do repuxo

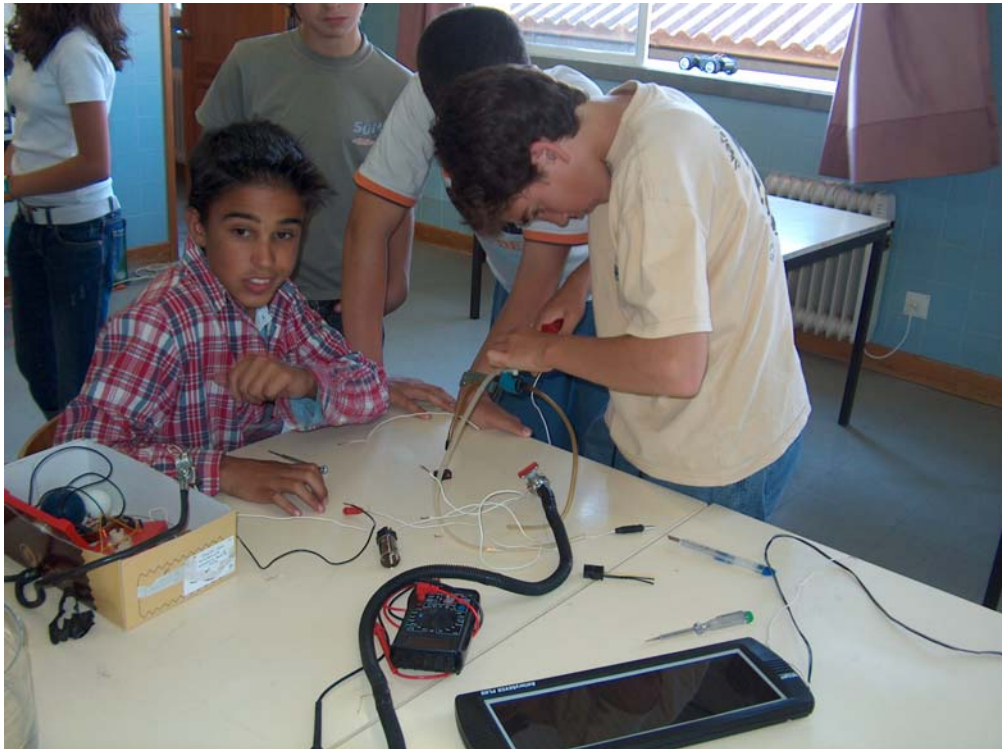


Figura 4.2.7. – Montagem da bomba

Este grupo usou para o repuxo uma bomba de limpa para-brisa de um automóvel (figura 4.2.7). Para o alimentar usaram o painel que a empresa Nautel ofereceu. Esse painel serve para recarregar as baterias dos automóveis, mas não suficiente para accionar a bomba. Assim o grupo decidiu arranjar uma bateria e experimentar. A bateria conseguiu accionar a bomba e o painel conseguia carregar a bateria. O repuxo consistia numa bacia de plástico, que seria coberta por cimento, no fundo da qual jorrava a água. Os tubos ficariam encobertos pelo cimento. Os alunos fizeram um estudo sobre qual deveria ser a melhor inclinação do painel. No entanto o trabalho não ficou concluído, pois faltou colocar o cimento e colocá-lo no jardim da escola.

Grupo da cascata



Figura 4.2.8 – Grupo com um visitante, no concurso “Padre Himalaya”

Este grupo entrou no concurso “Padre Himalaya”, no escalão peritélio tema livre. Compraram uma pequena bomba em kit, que já trazia um painel solar. A cascata consistia em garrafas de água em que a água ia caindo de garrafa em garrafa, formando uma cascata. Construíram vários protótipos até obterem um mais funcional e do agrado de todos.

Na montagem da bomba a primeira dificuldade foi as instruções estarem em inglês. Assim os alunos tiveram que fazer a tradução, para a qual contaram com a ajuda da Professora de Inglês. Enquanto isso, experimentaram se o motor funcionava com a célula solar. De seguida, montaram a bomba segundo as instruções mas a bomba não puxava a água. Desmontaram e tentaram de várias formas e com múltiplos cuidados mas continuou a não bombear a água. Contactaram a empresa que a vendeu e esta prontificou-se a repará-la. Fizeram a devolução da bomba acompanhada de uma carta onde relataram os problemas. Já com a bomba reparada, o motor avariou. Como o tempo era curto

improvisaram um outro motor, permitindo assim que participassem no concurso “Padre Himalaya”.

Grupo do barco

Este grupo construiu um barco de poliestireno expandido (esferovite). O barco era constituído por uma placa poliestireno expandido recortada para dar a forma de barco (figura 4.2.9). Experimentaram colocar o motor atrás, com dois



Figura 4.2.9. – Montagem do barco

motores dos lados mas havia um problema de flutuação. Outro problema surgido foi não terem conseguido uma hélice que funcionasse perfeitamente. Apesar das várias tentativas não conseguiram concluir até o final do ano lectivo. Este atraso também se deveu ao facto de por vezes não trazerem o material que se comprometiam a trazer, pelo que iam ajudar outros grupos.

Ao longo de todo o processo o Professor/Investigador foi fazendo registos escritos e fotográficos do que ia acontecendo. No final do ano lectivo os alunos responderam a um inquérito. Os alunos também registaram o que iam fazendo num caderno (diário de bordo).

4.3. ANÁLISE DE DADOS

4.3.1 Análise de conteúdo

A análise de conteúdo é uma técnica de investigação que consiste numa descrição sistemática da informação com o objectivo de a interpretar. É definida como um método de pesquisa de múltiplas finalidades, desenvolvido especificamente para investigar um largo espectro de problemas. Esta técnica, permite identificar as características específicas de uma mensagem.

A finalidade da análise de conteúdo não se limita a inventariar e sistematizar características da mensagem, mas também a efectuar inferências, com base em critérios explicitados. É esta inferência que determina a passagem da descrição para a interpretação.

A leitura efectuada pela análise de conteúdo não é, ou não é só, uma análise feita “à letra”, procura antes realçar o sentido que se encontra implícito (Bardin, 1991).

O lugar ocupado pela análise de conteúdo na investigação social em geral e em educação em particular, é cada vez maior, nomeadamente porque oferece a possibilidade de tratar de forma metódica informações e testemunhos que apresentam um certo grau de profundidade e complexidade como por exemplo, os relatórios de entrevistas pouco directivas (Quivy & Campenhoudt, 1998).

Melhor do que qualquer outro método de trabalho, a análise de conteúdo (ou pelo menos algumas das suas variantes) permite, quando incide sobre um material rico e penetrante, satisfazer as exigências do rigor metodológico e da profundidade inventiva, que nem sempre são facilmente conciliáveis.

A objectividade da análise de conteúdo deriva do facto de ser efectuada de acordo com determinadas regras, obedecendo a instruções suficientemente claras e precisas para que investigadores diferentes, trabalhando sobre os mesmos conteúdos, possam obter os mesmos resultados (Carmo e Ferreira, 1998).

A análise de conteúdo tem a vantagem de incidir sobre materiais não estruturados. Assim aplica-se ao:

- Conteúdo das respostas a questões abertas nos questionários;
- Discurso recolhido de uma entrevista;
- Conteúdo de suporte verbal, por exemplo, em enunciados de questões dos exames, dos manuais escolares e documentos fornecidos pelos participantes;
- Conteúdo observado e/ou registado pelo investigador.

Grawitz (1993, em Carmo e Ferreira, 1998) distingue vários tipos de análise de conteúdo:

- **Análise de exploração ou de verificação** - é de verificação se tem por finalidade testar uma hipótese ou de exploração quando procura descobrir significados, representações, ideias inerentes a uma mensagem;
- **Análise quantitativa ou qualitativa** – quantitativa quando o importante é o que aparece com frequência ou qualitativa quando o essencial é o valor do tema e a novidade.
- **Análise directa ou indirecta** – directa se é obtida por comparação ou indirecta se procura a interpretação.

Estas distinções só são válidas de uma forma muito geral, já que as características em cada par de oposição não são assim tão nítidas e recorre-se muitas vezes a ambos os elementos de cada par de oposição.

Ao realizar uma análise de conteúdo é necessário considerar um conjunto de operações que implicam:

- a)- a definição dos objectivos e do quadro teórico de referência;
- b)- constituição de um *corpus*;
- c)- a definição de categorias de análise;
- d)- a interpretação dos resultados obtidos, ou seja, inferência e interpretação.

A definição de categorias de análise é o fulcro da análise de conteúdo. As categorias são “rubricas significativas, em função do qual o conteúdo será classificado e eventualmente quantificado” (Grawitz, 1993 em Carmo e Ferreira, 1998). Estas categorias podem ser definidas *a priori* ou *a posteriori*.

Na definição *a priori*, as categorias de análise são previamente fixadas com base num quadro teórico de referência. Pretende-se verificar hipóteses previamente formuladas. O que importa, neste caso, é a presença ou ausência dessas categorias na informação analisada. Quando as categorias são definidas *a posteriori*, estas são obtidas por um processo de análise, a partir da informação que está a ser investigada.

Essas categorias têm de ter as seguintes características: exaustivas, exclusivas, objectivas e pertinentes.

Para a análise dos vários documentos foi feita uma análise de conteúdo (AC), na qual se definiram diversas categorias onde os conteúdos foram classificados

4.3.2 Análise dos inquéritos

Na primeira questão “Faz uma descrição de todo o trabalho realizado na disciplina de Área de Projecto” todos os alunos responderam de uma forma sucinta. Alguns alunos ainda descriminaram algumas tarefas.

1. Faz uma descrição de todo o trabalho realizado na disciplina de Área de Projecto
fizemos pesquisa sobre os melhores materiais que se iam usar no nosso trabalho, fizemos uma célula fotovoltaica durante as aulas, compramos células fotovoltaicas e um motor com caixa de redução e construímos o carro a partir de um carro usado. Na construção do carro usamos chapas fornecidas pela escola.

Outros porém apenas apresentaram uma frase.

1. Faz uma descrição de todo o trabalho realizado na disciplina de Área de Projecto
fizemos um carro, utilizando energia solar e movez

Na segunda questão “Qual foi a actividade que mais gostaste? Porquê?”, as respostas podem-se classificar em três categorias:

- i) Ajuda a outro grupo;
- ii) Construção da célula fotovoltaica de Grätzel;
- iii) Realização do trabalho.

Na categoria i) estavam dois alunos, que pertenciam ao grupo do barco. Pelo facto de não trazerem o material que prometiam trazer, acabavam por ajudar outro grupo. Não iam simplesmente para conversar, mas para ter uma postura activa. O que leva a crer que quando referiam que gostavam de ajudar outro grupo, estariam a dizer que gostavam daquilo que fizeram no outro grupo. Não responderam à segunda parte da questão o que nos impede de saber a real razão.

Na categoria ii) estavam nove alunos dos quais cinco pertenciam ao grupo que fez o trabalho escrito. A razão que apontam por esta escolha é o facto de ser uma actividade experimental.

2. Qual foi a actividade que mais gostaste? Porquê?
A actividade de que mais gostei foi quando fiz a célula fotovoltaica, porque foi uma actividade experimental e nós andávamos mais à vontade.

A razão apontada não deixa de ser paradoxal visto terem enveredado por um trabalho escrito em detrimento de um trabalho prático.

Ainda, nesta categoria houve três alunos que justificaram a sua opção apontando como razões o trabalho, a dificuldade e a necessidade de repetição da construção destas células.

2. Qual foi a actividade que mais gostaste? Porquê?
construção da célula fotovoltaica porque foi difícil construir a célula, houve algumas complicações na construção.

Ou seja, o facto de uma actividade ser difícil, dar trabalho e ter de se repetir pode levar alunos a gostar delas.

Um aluno justifica a sua opção por achar que não eram capazes de construir uma célula fotovoltaica.

2. Qual foi a actividade que mais gostaste? Porquê?
A realização da célula fotovoltaica, porque nunca o tinha feito e nem imaginava que nós pudéssemos fazer.

O que demonstra que realizar algo que se pensava inatingível, leva também alunos a gostar de certas actividades.

Na categoria iii) foram incluídos doze alunos, dos quais quatro não justificaram a sua opção. Cinco justificaram que foi divertido, o que demonstra que o lado lúdico ainda tem muita influência nestas idades. Um aluno justifica a sua escolha com a admiração de terem conseguido pôr o carrinho em andamento.

2. Qual foi a actividade que mais gostaste? Porquê?
Foi ver o carrinho a andar a energia solar, porque foi interessante. Nunca pensei que ele andasse.

Outro aluno justifica com a progressão que o trabalho ia apresentando. Por fim há um aluno que justifica a sua opção apontando a complexidade, o ser engraçado e ser trabalhoso.

2. Qual foi a actividade que mais gostaste? Porquê?
A montagem do carro, porque foi complicada, mas por um lado foi a mais engraçada e mais trabalhosa.

O que vem novamente confirmar que o facto de uma actividade ser complicada e trabalhosa, torna-se motivadora para alguns alunos.

A terceira questão “Qual ou quais as actividades onde sentiste mais dificuldades? Aponta possíveis razões para esse facto”, foi mais pródiga em respostas distintas. Podemos então classificar nas seguintes categorias:

- i) Na pesquisa;
- ii) Na construção da célula fotovoltaica;
- iii) No desenvolvimento do trabalho;

iv) Não encontraram dificuldades.

Na categoria i) apenas houve uma resposta. A justificação refere que ainda não estava dentro do assunto, como se pode ver.

3. Qual ou quais as actividades onde sentiste mais dificuldades? Aponta possíveis razões para esse facto. *Senti mais dificuldades em pesquisar coisas, porque ainda não estava dentro do assunto.*

Na categoria ii) houve sete respostas. As justificações referidas foram: dificuldade em utilizar a força necessária para lixar as placas; falta de colaboração entre os elementos do grupo; necessidade de repetição do processo; dificuldade na colocação do óxido de titânio, e um não justifica.

3. Qual ou quais as actividades onde sentiste mais dificuldades? Aponta possíveis razões para esse facto. *Foi a juntar óxido titânio à célula, porque nunca saía bem, demorou muito tempo a sair bem.*

Na categoria iii) encontram-se onze alunos. Esta categoria pode ser dividida em duas subcategorias. Os alunos que fizeram o trabalho escrito 3 referem que a maior dificuldade foi resumir textos muito grandes. Dos alunos que executaram os outros tipos de trabalhos, dois referem que a dificuldade na construção do barco foi devida a não terem conseguido encontrar soluções para os problemas que foram surgindo.

3. Qual ou quais as actividades onde sentiste mais dificuldades? Aponta possíveis razões para esse facto. *na construção do barco e a colocação das motoras no barco porque não conseguimos arranjar uma solução.*

Um outro aluno refere que a dificuldade sentida se deveu ao mau funcionamento da bomba. Cinco referem que tiveram dificuldades na construção do carro, dois dos quais justificam pela dificuldade em encontrar um chassis.

3. Qual ou quais as actividades onde sentiste mais dificuldades? Aponta possíveis razões para esse facto. *Eu senti mais dificuldades na construção do carro, porque não conseguia encontrar um chassis para o carro.*

Os outros justificaram com razões mais técnicas, como por exemplo o seguinte.

3. Qual ou quais as actividades onde sentiste mais dificuldades? Aponta possíveis razões para esse facto. *A ligação das células porque se houvesse uma ligação minimamente mal ligada o carro não funcionava.*

Na categoria iv) “Não encontraram dificuldades”, incluem-se quatro respostas. Um aluno não dá qualquer justificação e os outros três justificam com a inter-ajuda dentro do grupo.

Em relação à quarta questão “Indica onde pesquisaste informação para o trabalho. (Coloca os sítios por ordem decrescente da sua importância.)”, só quatro alunos é que não responderam a Internet como a mais importante. Destes três responderam como mais importante livros mas a Internet vem na segunda posição. Um aluno não deve ter entendido a questão pois responde “todos do grupo a pensar”. Alguns alunos que responderam Internet como mais importante acrescentam livros e enciclopédias. Outros alunos indicaram alguns sítios da Internet, onde pesquisaram, mas não foram exaustivos.

Na quinta questão “Indica possíveis influências que o trabalho possa ter tido com outras disciplinas”, dois alunos respondem que não teve influência em nenhuma disciplina. Dezassete respostas indicam que o trabalho teve influência na disciplina de Ciências Físico-Químicas. Destas últimas respostas, quatro indicam só a disciplina de Ciências Físico-Químicas e as outras incluem outras disciplinas como a Língua Portuguesa, Ciências Naturais, Inglês e Educação Tecnológica. Um aluno refere que teve influência na Língua Portuguesa, apesar de não referir a disciplina de Ciências Físico-Químicas na questão seguinte refere que usou o que aprendeu em Ciências Físico-Químicas.

Três alunos indicaram Língua Portuguesa, Inglês, Educação Tecnológica e Pintura, no entanto na resposta seguinte referem que precisaram de saber sobre forças de atrito e electricidade.

5. Indica possíveis influências que o trabalho possa ter tido com outras disciplinas

ET, Língua Portuguesa, Inglês, Pintura.

6. Indica que saberes precisaste de usar para elaborar o trabalho.

Força de Atrito, Electricidade.

O que leva a pensar que apesar de não estar explícito estes alunos consideram que houve interferência da disciplina de Ciências Físico-Químicas. Ou então pelo facto do professor ser o mesmo consideravam como uma extensão da disciplina de Ciências Físico-Químicas.

Na questão seis “Indica que saberes precisaste de usar para elaborar o trabalho”, foram definidas quatro categorias, a saber:

- i) Não respondem a questão;
- ii) Saberes de Físico-Química sem especificar;
- iii) Conceitos sobre electricidade;
- iv) Diversos conceitos;

Na primeira categoria “não respondem a questão”, estão três respostas como um aluno que responde como se segue.

6. Indica que saberes precisaste de usar para elaborar o trabalho.
Precisa de paciência quando as coisas não correm bem à 1ª vez de voltar a recomenciar tudo de novo.

Na segunda categoria “saberes de Físico-Química sem especificar”, houve dois alunos que se limitaram a escrever saberes de Físico-Química.

Na terceira categoria “conceitos sobre electricidade”, estão a maioria dos alunos, ou seja onze. Nesta categoria responderam conceitos de electricidade e alguns foram mais específicos e referiram que precisaram de montar circuitos.

6. Indica que saberes precisaste de usar para elaborar o trabalho.
Os saberes que precisei de saber foram: montar circuitos, funcionar com painéis solares, baterias e bombas.

Na categoria iv) estão incluídas sete respostas. Nas quais estão referidas situações como a “utilização de materiais de laboratório”, “energia fotovoltaica”, “energia solar” e “bibliografia sobre o padre Himalaya”, como por exemplo o que se segue.

6. Indica que saberes precisaste de usar para elaborar o trabalho.
Quem era o Padre Himalaya e várias coisas sobre a energia fotovoltaica.

Na sétima questão “Faz uma crítica a todo o trabalho realizado”, as respostas são muito diversificadas. No entanto, alguns podem ser agrupados, assim temos um conjunto de três que referem que o tema foi interessante, mas deviam ter sido os alunos a escolher o tema. O que demonstra que estes alunos não se apropriaram do tema. Estes alunos não quiseram fazer um trabalho prático, preferindo um trabalho escrito. No entanto na questão dois “Qual foi a actividade que mais gostaste? Porquê?”, responderam que foi a construção da célula fotovoltaica de Grätzel porque foi mais prático. Ou seja, abdicaram do trabalho prático, mas a parte que mais gostaram foi a parte mais prática! Do mesmo grupo, um outro aluno responde da seguinte forma:

7. Faz uma crítica a todo o trabalho realizado.
foi um trabalho ~~diferente~~ diferente, foi ~~divertido~~ divertido,
foi para o grupo que tive, alguns iam para a net falar pelo
mensageiro.

O que nos leva a pensar que talvez tenham escolhido um trabalho escrito para poder estar mais tempo no computador. Como estavam menos acompanhados, estavam numa sala diferente, podiam usar o computador para outras actividades que não as de pesquisa.

Há um outro conjunto de três que referem que o trabalho foi interessante mas lamentam não o terem concluído. Estes alunos pertenciam ao grupo do barco. A não conclusão do barco pode significar dificuldades em resolver problemas. Na linha destas respostas, há um aluno que refere que o trabalho foi prático e lamenta não ter havido dinheiro para adquirir mais material.

Um outro conjunto de três alunos dá uma resposta muito curta. Estas respostas foram: “o trabalho correu bem”, “foi bem sucedido” e “foi muito prático, gostei”.

Um outro conjunto de quatro alunos faz umas críticas que poderemos considerar sociológicas. Estes alunos criticam a fraca colaboração de alguns colegas ou um a menor atenção do professor, como o exemplo que se segue.

7. Faz uma crítica a todo o trabalho realizado.

O trabalho foi bem realizado, mas por vezes certos elementos do grupo não trabalharam o suficiente.

O stor podia ter ajudado mais um pouquinho, mas mesmo assim correu tudo bem.

Um outro conjunto de três alunos referem o sucesso obtido, visto terem conseguido concluir a tarefa.

7. Faz uma crítica a todo o trabalho realizado.

O trabalho foi concretizado com sucesso, uma vez que o carro andou ligado aos painéis e tivemos poucas dificuldades.

Um aluno responde da seguinte forma:

7. Faz uma crítica a todo o trabalho realizado.

O trabalho ~~foi feito~~ que fizemos foi elaborado com muita discrição, ~~mas~~ e com muito humor e mistério.

Realça a parte lúdica do trabalho.

Um conjunto de três alunos elogia o trabalho mostrando-se muito satisfeitos, como mostra o exemplo seguinte.

7. Faz uma crítica a todo o trabalho realizado.

Achei que foi bom, uma experiência fascinante.

Apreendi a utilizar um painel solar e a utilizá-lo. Achei que o professor ajudou bastante.

Um aluno responde da seguinte maneira:

7. Faz uma crítica a todo o trabalho realizado.

Acho que de um lado foi bom por ser prático, mas por outro foi mau porque errávamos muitas vezes, mas é a física.

Pela resposta deste aluno podemos inferir que gosta do trabalho prático, mas não gosta de “errar muitas vezes” ou seja, não gostaram de repetir as operações..

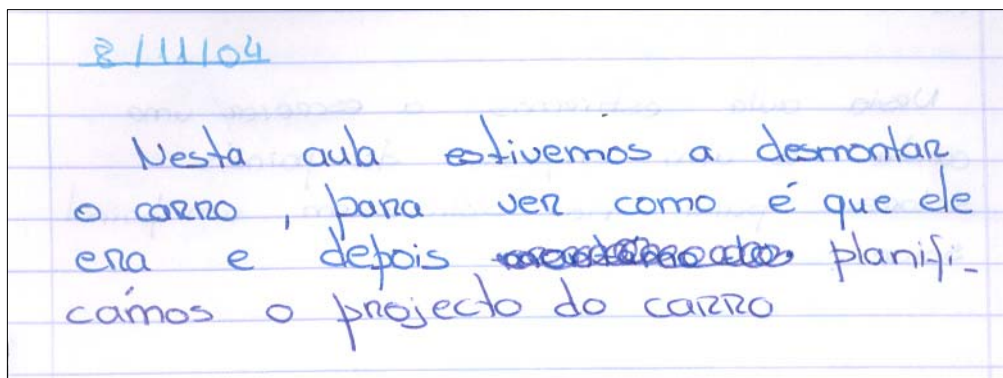
4.3.3 Análise dos registos dos alunos nos seus cadernos

A análise dos registos dos alunos só se realizou aos registos de três grupos, pois dois não foram entregues. Um dos grupos (o grupo do barco) não tinha propriamente um caderno, eram folhas soltas muito desorganizadas e com poucos registos. O outro grupo (grupo do trabalho escrito) esqueceu-se de o trazer na última aula e no ano seguinte o elemento que o tinha guardado mudou de escola.

A análise foi feita separadamente para cada um dos restantes grupos. O nome dos grupos foi escolhido conforme o trabalho que realizaram na última parte do projecto. Assim temos o grupo do carrinho, o grupo da cascata e o grupo do repuxo.

Grupo do carrinho

Este grupo só fez registos a partir do dia 8 de Novembro de 2004, apesar de terem sido informados, no início do ano, da necessidade de registar todo o seu trabalho no “diário de bordo”. Vamos dividir a análise em três partes correspondendo aos três períodos do ano lectivo e às três fases do projecto. Assim na primeira parte, o registo foi tipo sumário.



Além disso, registaram alguns sítios da Internet que visitaram. Também têm registado os vários tópicos que deram origem às cartas que enviaram para as empresas. Fizeram uma discriminação do material que iriam usar na construção do carro.

A segunda parte corresponde à construção da célula fotovoltaica de Grätzel. Nesta fase a descrição do trabalho é pormenorizada, incluindo os insucessos ou as necessidades repetição. Têm o circuito usado na caracterização da célula, assim como todos os dados obtidos. Esta descrição permite-nos ver que os alunos tiveram dificuldades ao espalhar o dióxido de titânio. Mostra também os cuidados tidos com as células.

A terceira parte corresponde à construção do carrinho. Nesta parte as várias acções também são descritas com bastante pormenor. Sucintamente pesquisaram e encomendaram o material que iriam necessitar (motor e painéis solares). Traduziram as instruções e montaram o motor. Testaram várias ligações possíveis das células fotovoltaicas, concluindo que a melhor forma era ligadas em série. Desmontaram um carrinho antigo e aproveitaram o seu chassis e algumas outras peças. Tendo dificuldades no ajustamento das células ao carrinho foram pedir ajuda ao professor de Educação Tecnológica. Testaram o carrinho ao Sol e verificaram que se deslocava.

Verifica-se que têm algum pudor ao referirem-se às situações menos boas. Não consta no relato deles a dificuldade que tiveram para que as rodas da frente ficassem operacionais, pois tiveram que usar pequenos pedaços de madeira e cola quente. Nas suas indicações apenas aparece referência à cola quente, não referindo a sua utilização.

Grupo da cascata

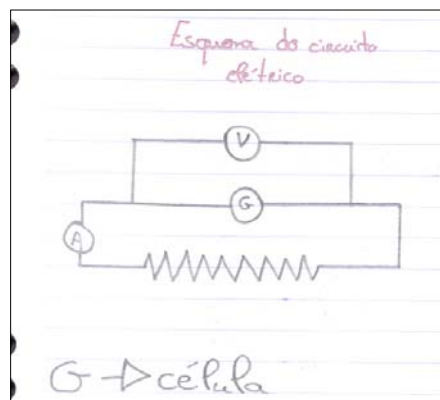
Os registos sistemáticos deste grupo só aparecem a partir do dia 8 de Novembro de 2004, também devido à insistência do Professor. Antes dos registos

sistemáticos têm uma lista de sítios da Internet consultados, têm um desenho daquilo que pretendiam realizar e têm os vários itens para escrever na carta.

Tal como no grupo anterior vou dividir a análise por três partes que correspondem às três fases do trabalho e aos três períodos do ano lectivo.

Na primeira parte os registos correspondem a um sumário da aula. As descrições não são muito alongadas.

Na segunda parte, que corresponde à construção das células fotovoltaicas de Grätzel, já há uma maior descrição dos vários passos. Não só descrevem o que correu bem mas também aquilo onde tiveram dificuldades. Usaram como corante vinho tinto. Depois de construir a célula verificaram que não funcionava, pelo que tiveram que reiniciar todo o processo. Na primeira realização usaram como electrólito uma solução alcoólica de iodo, na segunda usaram como electrólito uma solução aquosa de iodeto de potássio mas também não funcionou e na terceira vez usaram como electrólito uma mistura das duas anteriores e dessa forma a célula funcionou. Apresentam o circuito eléctrico usado para fazer a caracterização da célula, apesar de não terem



representado bem a resistência variável, como se pode ver na imagem ao lado. Apresentaram também os resultados obtidos na caracterização.

Na terceira parte, continuam a descrever com bastante pormenor o que de significativo iam realizando. Sucintamente podemos descrever o processo. Assim pesquisaram, escolheram e encomendaram o material que iriam usar. Escolheram uma pequena bomba de água, que vinha em kit e trazia o painel solar. A bomba escolhida da empresa “FFSOLAR” foi a “set bomba solar 6540” com o custo de 16,36 € mais IVA. Elaboraram vários protótipos com material reciclado (garrafas de água, copos de plástico). Traduziram as instruções da bomba de água, e montaram-na. No entanto, a bomba não funcionava correctamente, pelo que tentaram montá-la de várias formas mas continuou a não funcionar correctamente. Contactaram a empresa, e enviaram a bomba



Figura.4.3.1. – Montagem da bomba

acompanhada por uma carta com a descrição da anomalia. Continuaram com a elaboração dos protótipos, descrevendo como os realizavam. Fizeram o registo até dia 6 de Junho de 2005.

Como o registo não foi até ao fim, não descreveram que o motor também avariou mas como não tinham tempo para o mandar arranjar à firma que o vendeu, porque iam participar no concurso “Padre Himalaya”, improvisaram com um motor que tinham em casa. Este improviso fez com que a cascata funcionasse e permitiu participar no concurso “Padre Himalaya”.

Grupo do repuxo

Neste grupo o caderno começa com uma série de sítios da Internet mas não tem data. Depois até ao fim da primeira parte tem uma descrição que se

assemelha a sumários, com pouca informação. Na segunda parte do trabalho continuaram da mesma forma, a escrever os sumários.

No fim da segunda parte a seguir a estes sumários têm moradas de algumas empresas de energia solar. Seguindo-se um página com material necessário ao projecto. Na folha seguinte têm o procedimento para a realização das células fotovoltaica de Grätzel. Este procedimento é minucioso, descrito passo a passo com número de ordem. Às vezes, tiveram de repetir o procedimento mas não alteraram a contagem, esta é mantida até ao fim. A tabela com os valores da caracterização e o circuito eléctrico usado nessa caracterização, estão algumas páginas adiante, o que demonstra alguma falta de organização.

Na terceira parte, que consiste na elaboração do trabalho, a descrição continua pobre, registando aquilo a que poderemos continuar a chamar sumário. Houve uma aula em que registaram que não trouxeram o material e como tal não progrediram no trabalho.



Figura 4.3.2. – Estudo do melhor ângulo de inclinação do painel solar

Estes alunos saíram da sala para medir o ângulo em que a intensidade de corrente é maior (figura 4.3.2). Na realização da experiência não houve controle de variáveis, então mediram, fazendo variar simultaneamente a altura e o azimute. Numa aula seguinte repetiram e mantiveram o azimute constante de forma que o painel estivesse virado para o Sol, com uma amplitude de 70° Oeste. Fizeram variar a altura do painel e obtiveram um máximo para a altura de 40°.

Não referem que o painel:

- foi oferta da Nautel;
- serve para carregar as baterias dos carros;
- a bomba é uma bomba de um limpa pára-brisas de um carro;
- o painel não conseguia pôr a bomba a funcionar.
- conseguiram pôr a bomba a funcionar usando uma bateria de automóvel, assim, o painel carrega a bateria e esta acciona a bomba fazendo o repuxo funcionar.
- faltou a parte estética do repuxo.

Da descrição feita na montagem da célula fotovoltaica de Grätzel, nestes grupos, podemos inferir que houve muito cuidado na sua realização. No entanto, devido ao tempo limitado de uma aula, a elaboração da dita célula não era terminada numa aula e eram guardadas para as aulas seguintes. Talvez a forma como eram guardadas danificasse a camada de óxido de titânio e como tal as células não funcionaram bem.

4.3.4 Análise dos registos do professor / investigador

Ao longo do trabalho o professor / investigador foi registando algumas anotações sobre o trabalho que os alunos iam realizando. Estes registos não foram exaustivos devido ao seu duplo papel de professor e investigador. No entanto, os passos mais significativos foram registados, permitindo observar a evolução dos trabalhos. Os apontamentos tinham o resumo do trabalho realizado

por cada grupo em cada aula. Permitiu ainda verificar a validade dos registos dos alunos nos seus cadernos.

Através destes registos, observamos que os alunos estiveram empenhados, apesar de alguns momentos haver menos actividade, o que é normal nestas idades.

Todas estas observações permitiram a descrição do trabalho desenvolvido pelos alunos, que se encontra descrito no capítulo 4.2. - DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO.

4.4. PRODUTOS OBTIDOS

Os produtos obtidos foram variados e as reacções dos alunos também. A finalização ou não dos trabalhos dependeu da dedicação e empenho que o conjunto dos vários elementos do grupo colocou. De seguida é feita uma descrição dos produtos realizados assim como relato das reacções e emoções reveladas pelos alunos face as expectativas do produto final.

Grupo do trabalho escrito

O grupo que realizou o trabalho escrito apresentou dois cartazes, um sobre a vida e obra do Padre Himalaya e um outro sobre a utilização da energia solar. Em cada cartaz tinham colado duas folhas A4. Ou seja, cada um dos assuntos foi tratado de uma forma muito sucinta. De qualquer forma tocaram nos pontos mais importantes. Este grupo não se mostrou interessado em realizar um trabalho prático.

Grupo do Barco

Este grupo desistiu de realizar o trabalho devido a não terem conseguido ultrapassar os problemas surgidos, nomeadamente a questão de flutuação e do funcionamento da hélice. Com o objectivo de os incentivar foi-lhes dada uma placa de poliestireno expandido (esferovite), um dos elementos da equipa arranhou alguns motores de brinquedos avariados e ainda lhes foi dito que se arranjavam placas células solares. No entanto, a frustração de não terem conseguido ultrapassar os problemas parece ter sido mais forte. Mesmo as várias soluções propostas pelo professor não foram suficientes para os levar a ultrapassar os problemas. A falta de material disponível aliada às dificuldades dos vários elementos do grupo para conseguir arranjar material também foi um grande handicap. Além disso sentiam-se muito atraídos pelos trabalhos que os outros grupos estavam a realizar. Depois de desistir do barco foram ajudar outros grupos e fizeram-no com grande dedicação e empenho.

Grupo do repuxo

O repuxo era constituído por uma bacia, uma bomba de um limpa pára-brisas de um automóvel, uma bateria de automóvel e um painel fotovoltaico. O painel não tinha potência suficiente para accionar a bomba, então usaram uma bateria de um automóvel. A bateria era recarregada pelo painel e depois de carregada accionava a bomba (figura 4.4.1). O trabalho não foi concluído, pois faltou fazer os arranjos decorativos e colocá-lo no jardim da escola. Apesar da parte estética não ter ficado concluída o repuxo ficou operacional. Uma parte dos elementos do grupo comprometeram-se a concluir o trabalho no ano lectivo seguinte.

Carrinho fotovoltaico

O carrinho foi feito a partir de um carrinho comercial de onde foi aproveitado o chasis, as rodas, o motor e as engrenagens. Foram usadas 8 células fotovoltaicas ETM380 de 1,5 V, e um outro painel, que foi colocado apenas no final do trabalho para poder obter maior potência para o “Concurso Solar Padre Himalaya”. Esteticamente o carrinho não era bonito, mas funcionava bem no cimento. O chasis era de plástico mas a placa de suporte das células era de chapa coberta com uma cartolina tornando o carrinho mais pesado. Outro ponto não conseguido prendeu-se com a distância entre o chasis e o solo que não foi medida com o rigor necessário.

Durante toda a construção, houve entusiasmo, mas quando o carrinho se moveu usando a energia solar, o seu regozijo atingiu o clímax entre os membros da equipa. Foi com orgulho que os membros da equipa mostravam aos outros colegas o carrinho a andar. Apesar disso a equipa nunca se preocupou com a parte estética do carro.

O “Concurso Solar Padre Himalaya” permitiu aos alunos compararem o seu trabalho com alunos de outras escolas e ver as soluções adoptadas pelos outros. Nesta comparação os alunos sentiram-se “envergonhados” com a estética do seu carrinho.

No primeiro ensaio, ao darem-se conta que a altura entre o chasis e o solo não estava correcta, tentaram arranjar soluções. Foram a um hipermercado comprar fita de calafetar janelas, para colocar nas rodas de forma a aumentar o seu raio e consequentemente a altura em relação ao solo. Na realização desta operação, partiram irremediavelmente o frágil suporte das rodas dianteiras. Quando foi colocado no chão para medir se a altura era suficiente, verificaram que não se deslocava. Averiguaram a causa e constataram o problema. Enveredaram todos os esforços para repararem a avaria, mas esta não teve solução. Restou apenas desistirem do concurso.

A desistência provocou um grande desalento, desânimo e frustração. O elemento feminino da equipa desatou a chorar. Os outros elementos saíram do

local, regressando passado algum tempo com o intuito de verificar as técnicas usadas pelas outras equipas. Comprometeram-se, a no ano seguinte, construir um carrinho que disputasse os lugares cimeiros.

Grupo da cascata

A cascata era constituída por dois copos de plástico colados um sobre o outro e duas garrafas de água cortadas longitudinalmente. Tinha ainda uma caixa



Figura 4.4.2 – Cascata

de plástico com um orifício onde estava inserida a bomba que elevava a água para o copo superior. A bomba, a caixa de plástico, o motor e a célula fotovoltaica faziam parte de um kit denominado de “SET BOMBA SOLAR 6540”. A água caía do copo para a primeira garrafa e daí para a segunda que por sua vez a deixava cair para a caixa de plástico. Da caixa de plástico era bombeada de novo para o copo. A bomba era constituída por uma parte com dois orifícios, para a entrada e saída da água, dentro da qual girava uma peça que impulsionava a água. Essa peça era de plástico e tinha incrustado 4 pequenos ímanes. O motor tinha acoplado um disco com 4 pequenos ímanes. O disco com os 4 ímanes fazia rodar

a peça no interior da bomba devido à atracção magnética dos ímanes. A peça ao rodar fazia subir a água.

A bomba só conseguia que a água subisse cerca de 20 cm. A ligação entre o disco acoplado ao motor e a peça móvel da bomba era fraca. Quando o motor rodava a uma velocidade elevada a peça móvel não acompanhava o disco e acabava por parar. Pelo que quando a luz incidente no painel fotovoltaico era de grande intensidade, havia a necessidade de sombrear uma parte e assim reduzir a velocidade do motor.

No início da participação no concurso “Padre Himalaya”, houve alguns problemas como uma fuga de água da caixa de plástico na ligação com a bomba. Este problema foi resolvido colando a bomba à caixa de plástico. Como no dia do concurso o céu não estava totalmente limpo, havia alguma nebulosidade a cascata ia alternando período de bom funcionamento com períodos de “descanso”.

A participação no concurso “Padre Himalaya” permitiu aos alunos mostrar o trabalho para um público mais alargado. Vários visitantes interessaram-se pela cascata e fizeram algumas perguntas às alunas ao que estas respondiam com muito agrado e satisfação. Comentaram durante o concurso que já tinha valido a pena todo o esforço, mesmo que ficassem em último lugar. O facto de muita gente se interessar pelo trabalho efectuado encheu-as de orgulho.

O contentamento destas alunas contrastava com a frustração dos seus colegas do carrinho, apesar destes se sentirem alegres com a alegria das colegas. Quer os elementos de um grupo quer os do outro mostravam desejo de no ano seguinte voltar a participar com uma melhor prestação.

No ano lectivo seguinte o tema foi continuado. A escolha dos elementos dos grupos foi feita de acordo com os objectivos visados, havendo assim mais familiaridade e consequentemente uma maior responsabilização no desenvolvimento dos projectos.

5 – CONCLUSÕES E REFLEXÕES FINAIS

5.1. INTRODUÇÃO

Após a análise dos dados é chegado o momento de retirar conclusões sobre todo o trabalho desenvolvido. Porém retirar ilações a partir de um estudo que envolveu tantos e tão complexos aspectos da realidade educativa não se afigura uma tarefa fácil. Assim convém meditar um pouco sobre o processo de ensino/aprendizagem.

Vivemos num mundo cada vez mais dependente do capital intelectual, assim contribuir para o desenvolvimento cognitivo dos alunos produz, a longo prazo, um valor acrescentado para a sociedade. O processo ensino/aprendizagem, sobretudo em ciências, vai dotar o futuro cidadão comum de instrumentos intelectuais que lhe permita tomar decisões do foro económico, social, político e ambiental. Desta forma o ensino/aprendizagem torna o aluno apto a relacionar conhecimentos de áreas disciplinares actualmente separadas em novas áreas de desenvolvimento intelectual de perspectiva mais alargada e de âmbito multi, inter e transdisciplinar, desenvolvendo competências que de outro modo seriam impossíveis. Foi na convicção de que qualquer estudo possa ajudar, ainda que pouco, a compreender a relação dos alunos com o ensino/aprendizagem, que este trabalho foi gizado e realizado.

Assim a nossa questão de partida foi:

“Como desenvolver estratégias a utilizar na disciplina de Área de Projecto que visem a exploração/desenvolvimento de conceitos físicos associados com a conversão fotovoltaica da Energia Solar?”

Subjacente a esta questão estiveram finalidades educacionais que pudessem contribuir, junto dos alunos, para:

- Aumentar e melhorar os conhecimentos sobre energias renováveis;

- Compreender contributos do conhecimento científico sobre as energias renováveis, nas decisões do foro económico, social, político e ambiental;
- Ajudar a desenvolver uma visão integradora da Ciência, da Tecnologia, da Sociedade e do Ambiente;

Para isso o estudo efectuado tinha como principais objectivos:

Desenvolver uma(s) estratégia(s) de ensino/aprendizagem que permita(m) introduzir o tema da conversão fotovoltaica da Energia Solar, explorando simultaneamente os conceitos físicos inerentes, através de

- Desenvolvimento/construção de células fotovoltaicas a partir de materiais acessíveis;
- Caracterização de parâmetros físicos importantes para o funcionamento de células fotovoltaicas;
- Construção/montagem de um painel de células fotovoltaicas para aplicações práticas (por exemplo: para iluminação nocturna duma parte da escola, alimentação dum chafariz, mover um veículo, etc. ...).

Para isso, desenvolvemos uma metodologia de investigação qualitativa, realizada na Escola do Ensino Básico do 2º e 3º ciclos de Vilarinho do Bairro, com uma turma do 8º ano. A investigação foi realizada na disciplina de Área de Projecto. Como técnicas de recolha de dados foram usados a observação directa pelo investigador, pesquisa documental nos cadernos de registo dos alunos e um questionário com questões abertas. Para analisar estes dados optou-se por uma análise de conteúdos.

Neste trabalho os alunos começaram por planificar o seu projecto. Fizeram as pesquisas necessárias para o planificar e realizar. Construíram e caracterizaram células fotovoltaicas com materiais acessíveis. Construíram alguns protótipos que utilizavam a energia pela conversão fotovoltaica. Na elaboração dos seus projectos os alunos tiveram que fazer uso de alguns conceitos de física. Aparecendo estes de uma forma natural e contextualizados.

Como este trabalho era exploratório não havia previsão de resultados. O que se esperava é que houvesse um grande envolvimento e entusiasmo por parte dos alunos. Estes não defraudaram as expectativas, e de um modo geral empenharam activamente.

5.2. LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Uma das maiores limitações foi o facto do estudo ter sido feito numa única turma, ou seja um universo de 24 alunos. A turma não é representativa do universo dos alunos do Ensino Básico, pelo que as conclusões obtidas neste estudo não podem ser estendidas a outras turmas. Uma outra limitação prende-se com a escolha do método de recolha de dados. Pelo facto da observação ter sido participada, o próprio investigador procedeu directamente à recolha das informações, sem se dirigir aos sujeitos interessados, pode ter levado a que tenha havido acontecimentos simultâneos e que algum tenha passado despercebido. Além disso os acontecimentos pode ter acontecido muito rapidamente ou muito lentamente sem que o investigador se tenha dado conta.

5.3. CONCLUSÕES

A análise das respostas ao questionário leva-nos a algumas conclusões que passamos a discriminar.

Em relação à primeira questão *“Faz uma descrição de todo o trabalho realizado na disciplina de Área de Projecto”*, estes alunos fazem uma descrição muito sucinta do trabalho que realizaram.

Da análise à segunda questão *“Qual foi a actividade que mais gostaste? Porquê?”*, podemos concluir que os alunos, em geral, gostam de actividades práticas e o facto de existirem dificuldades torna-as mais atraentes para alguns. Aos olhos de outros alunos, a actividade que mais gostaram deveu-se ao facto de ultrapassar as expectativas.

As respostas à terceira questão *“Qual ou quais as actividades onde sentiste mais dificuldades? Aponta possíveis razões para esse facto”*, leva-nos a pensar que estes alunos estão habituados, quando realizam uma actividade prática, a terem tudo o que necessitam e a funcionar à primeira tentativa. Ou seja, não estão acostumados a terem que usar a criatividade para ultrapassar os problemas.

A quarta questão *“Indica onde pesquisaste informação para o trabalho. (Coloca os sítios por ordem decrescente da sua importância.) ”* acentuou a ideia que na actualidade a Internet é o meio privilegiado para obter informação.

Na quinta questão *“Indica possíveis influências que o trabalho possa ter tido de outras disciplinas”* os alunos reconhecem a disciplina de Ciências Físico-Químicas como aquela em que o trabalho teve maior implicação.

As respostas à questão seis *“Indica que saberes precisaste de usar para elaborar o trabalho”*, leva-nos a concluir que este tipo de trabalho, permite entre outros, a exploração de conceitos de física.

Pelas respostas à sétima questão *“Faz uma crítica a todo o trabalho realizado”*, podemos concluir que os alunos, de uma forma geral gostaram de terem desenvolvido este trabalho.

No entanto, para a conclusão deste trabalho temos de verificar se os objectivos propostos foram alcançados. Assim recordando os objectivos:

Desenvolver uma(s) estratégia(s) de ensino/aprendizagem que permita(m) introduzir o tema da conversão fotovoltaica da Energia Solar, explorando simultaneamente os conceitos físicos inerentes, através de

- Desenvolvimento/construção de células fotovoltaicas a partir de materiais acessíveis;
- Caracterização de parâmetros físicos importantes para o funcionamento de células fotovoltaicas;
- Construção/montagem de um painel de células fotovoltaicas para aplicações práticas (por exemplo: para iluminação nocturna

duma parte da escola, alimentação dum chafariz, mover um veículo, etc. ...).

Começamos por verificar se a construção das células foi conseguida, assim como a sua caracterização. Esta actividade teve várias dificuldades para os alunos. Uma das dificuldades prende-se com o manuseamento de materiais de laboratório. A faixa etária dos alunos (13/14 anos) e a pouca experiência neste domínio faz com que tenham pouca destreza com o material de laboratório.

Um outro problema surgiu com o tempo disponível para a realização dessas células. A duração das aulas, 90 minutos, foi insuficiente para os alunos construírem uma célula. A solução adoptada foi a de realizarem uma parte numa aula e concluírem na aula seguinte. Ao acondicionarem as células incompletas havia geralmente danos na fina camada de óxido de titânio, isso levou a que as células não funcionassem da melhor forma.

A célula fotovoltaica feita com placas de cobre funcionou na perfeição. A sua construção não era tão complexa, nem implicava um grande rigor o que permitiu que fosse construída numa só aula. Isto levou a que a célula fotovoltaica construída deste modo funcionasse perfeitamente.

Os alunos esquematizaram e montaram o circuito para a caracterização das células fotovoltaicas. Esta caracterização consistiu na determinação da intensidade da corrente em curto-circuito, da tensão em circuito aberto, medição da intensidade da corrente e da diferença de potencial com o circuito em carga e construir o respectivo gráfico $I(V)$. Esta caracterização foi feita de uma forma cuidada e rigorosa. A caracterização mostrou que as células funcionaram, apesar de alguns defeitos. Sempre que a caracterização não funcionou, os alunos reconstruíram a célula fotovoltaica.

De uma forma global, podemos concluir que apesar das dificuldades os alunos conseguiram construir células fotovoltaicas que funcionaram e fizeram a sua caracterização. Nestas tarefas desenvolveram, entre outros, conceitos de física como a intensidade da corrente, diferença de potencial, resistência eléctrica e potência eléctrica, além de terem aperfeiçoado a montagem de circuitos eléctricos.

Na terceira parte do projecto os alunos construíram protótipos que usavam a energia proveniente da conversão da energia solar em energia eléctrica a partir de células fotovoltaicas. Os produtos desenvolvidos foram: um carrinho, uma cascata, um repuxo. Houve ainda um grupo que tentou construir um barco que se movesse a energia solar, mas ao depararem-se com algumas dificuldades não chegaram à sua conclusão. Um outro grupo fez um trabalho escrito sobre a vida e obra do Padre Himalaya.

Os grupos do carrinho e da cascata participaram no “Concurso Solar Padre Himalaya”, como tal houve um enorme esforço para concluir o trabalho, tendo mesmo aproveitado horas livres para trabalharem nos protótipos.

Com a excepção do grupo que realizou o trabalho escrito, todos os outros utilizaram vários conceitos de física. Nomeadamente os de electricidade já anteriormente mencionados. É interessante notar que o grupo do carrinho fez um estudo sobre o tipo de ligações das células fotovoltaicas. Chegaram à conclusão que as ligações que melhor se adaptavam ao seu trabalho eram as ligações em série.

Em suma, podemos afirmar que a estratégia proposta para este tipo de aulas resultou, visto que vários conceitos de física foram explorados de uma forma contextualizada. Os alunos conseguiram construir células fotovoltaicas a partir de materiais acessíveis, células de Grätzel e de cobre, tendo de seguida feito a sua caracterização. Os alunos conseguiram fazer uma aplicação prática da energia fotovoltaica, utilizando células fotovoltaicas comerciais.

As aulas de Área de Projecto coadunam-se bem a este tipo de estratégia, porque além de permitirem desenvolver várias competências, permitem ainda a exploração de uma forma contextualizada de conceitos de física. Estes conceitos seriam normalmente abordados de uma forma mais ou menos teórica. Ou seja, seriam conceitos para a sala de aula sem aplicabilidade no quotidiano. Este tipo de aulas permite também que os alunos desenvolvam capacidades investigativas.

Podemos também dizer que os alunos gostaram da estratégia visto que no ano lectivo seguinte decidiram continuar o trabalho realizado ou realizar outro no mesmo âmbito e usando desta vez esta e outras energias renováveis.

Tínhamos como finalidades de ensino:

- *Aumentar e melhorar os conhecimentos sobre energias renováveis;*
- *Compreender contributos do conhecimento científico sobre as energias renováveis, nas decisões do foro económico, social, político e ambiental;*
- *Ajudar a desenvolver uma visão integradora da Ciência, da Tecnologia, da Sociedade e do Ambiente;*

Os alunos ao desenvolver trabalhos no âmbito das energias renováveis certamente que aumentaram os seus conhecimentos nesta área. Mas também alteraram a sua atitude perante a forma de se obter energia. A missão do ensino é promover a cidadania activa. Ora isto só é possível se cada cidadão tiver conhecimentos científicos que lhe permitam tomar as decisões correctas para si e para a comunidade em que estiver inserido.

Geralmente estas atitudes só são visíveis a médio ou longo prazo, pois necessitam do desenvolvimento de muitas e várias competências só conseguido ao longo dos anos. Porém este trabalho teve 2 implicações mais imediatas. Por sugestão de uma aluna, os seus pais instalaram na casa de habitação colectores solares para obtenção de água quente. A Junta de Freguesia do Bolho (freguesia do concelho de Cantanhede), decidiu iluminar a fonte do Freixial iluminação essa feita por energia solar, a conselho de uma aluna filha de uma desta instituição. Neste momento essa fonte tem um sistema de iluminação por energia solar. Estes dois casos provam que este tipo de trabalho podem ter implicações úteis na sociedade.

Para o desenvolvimento deste trabalho de investigação foi adoptada uma metodologia de tipo qualitativa, que se mostrou ser adequada, visto que se pretendia apenas conhecer as reacções e atitudes dos alunos perante a estratégia delineada, analisando o desenvolvimento de competências de trabalho de projecto ao longo do tempo e também em termos dos produtos finais, bem como a ocorrência de eventuais impactos extra-aula. Esta metodologia de trabalho permitiu constatar que as aulas de “Área de Projecto” são apropriadas para a realização de projectos em física. Os instrumentos de recolha de dados

foram a observação directa, um questionário com questões abertas e os cadernos dos alunos (que funcionaram como diário de bordo). Além disso também foram analisados os protótipos construídos. Todos estes instrumentos foram adequados para a metodologia adoptada.

Com esta investigação o investigador adquiriu um maior conhecimento sobre a energia solar, sobre o funcionamento de células fotovoltaicas, na construção de células fotovoltaicas de Grätzel e de óxido de cobre. Adquiriu ainda um melhor conhecimento acerca do trabalho prático no ensino das ciências, em metodologias de resolução de problemas e de trabalho de projecto. Ganhou também mais competências na investigação em ensino.

6 – BIBLIOGRAFIA

- ABRANTES, P., (2002) *Trabalho de projecto na escola e no currículo*, in Abrantes, P., Figueiredo, C., Veiga Simão, A. M. (2002) *Reorganização Curricular do Ensino Básico - Novas Áreas Curriculares*, Lisboa, Ministério da Educação.
- ALMEIDA, A. M. (2001). *Educação em Ciências e Trabalho Experimental: Emergência de uma nova concepção. (Re)Pensar o Ensino das Ciências*, Lisboa : Departamento do Ensino Secundário. 51-73
- AZEVEDO, M. e CUNHA, A. *Fazer uma célula fotovoltaica. Physics on Stage*
- BARBERÁ, O., VALDÉS, P. (1996). El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. *Enseñanza de las ciencias*, 14(3), 365-379.
- BARBIER, J. M. (1993) *Elaboração de Projectos de Acção e Planificação*, Porto, Porto Editora.
- BARDIN, L. (1991) *Análise de Conteúdo*, Lisboa, edições 70.
- BOGDAN, R. e BIKLEN, S. (1994). *Investigação Qualitativa em Educação*. Porto: Porto Editora.
- BORDALO, I. e GINESTET J. P. (1993) *Pour une Pédagogie du Project*, Paris, Hachette Éducation.
- BOUTINET, J. P. (1990) *Antropologia do Projecto*, Lisboa, Instituto Piaget.
- CACHAPUZ, A., MALAQUIAS, I., MARTINS, I., THOMAZ, M., VASCONCELOS, N. (1989). O trabalho experimental nas aulas de Física e Química. *Gazeta de Física*, 12(2), 65-69.
- CACHAPUZ, A., PRAIA, J., JORGE, M., (2001). *Perspectivas de ensino – testes de apoio nº1*. CEEC, Porto.
- CARAÇA, J (1997). Experimentação e aprendizagem nas ciências. *Gazeta de Física*, 20(1),23-25.
- CARMO, H., FERREIRA, M. (1998). *Metodologia da Investigação – Guia para auto-aprendizagem*. Lisboa: Universidade Aberta.
- CASTRO, L. e RICARDO, M. (1992) *Gerir o Trabalho de Projecto*, Lisboa, Texto Editora.

- COSME, A. e TRINDADE, R. (2001) *Área de Projecto – Percursos com sentidos*, Porto, Edições ASA.
- DEB (2001a). *Reorganização curricular do ensino básico: princípios, medidas e implicações*. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento da Educação Básica.
- DEB (2001b). *Currículo nacional do ensino básico: competências essenciais*. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento da Educação Básica.
- DOURADO, L. (2001). Trabalho Prático (TP), Trabalho Laboratorial (TL), Trabalho de Campo (TC) e Trabalho Experimental (TE) no Ensino das Ciências - contributo para uma clarificação de termos. (Re)Pensar o Ensino das Ciências, Lisboa : Departamento do Ensino Secundário. 13-18
- EISBERG, R.; RESNICK, R. (1988), Física quântica; tradução de Ribeiro, P.; Silveira, E.; Barroso, M. – Rio de Janeiro, Editora Campus.
- FELIZARDO, D. (2001) *Área de Projecto - Propostas de actividades*, Porto, Porto Editora.
- FERREIRA, A. (2003) *Projectos no Ensino das Ciências - Um modelo de planificação para o ensino secundário*, Dissertação de mestrado (não publicada), Universidade de Aveiro.
- FIGUEIREDO, C. C. (1999) *Área-Escola: Sete vozes, sete Percursos em escolas básicas e secundárias*, Lisboa, Instituto de Inovação Educacional.
- GAGO, J. M. (1990). *Manifesto para a Ciência em Portugal*, Lisboa: Gradiva
- GARCÍA CARMONA, A. (2005). Situaciones sofisticadas en el aprendizaje de la física. Estrategias para su puesta en práctica en el aula. *Revista Iberoamericana de Educação* 36/9, em <http://www.campus-oei.org/revista/1038Garcia.htm>.
- GARCÍA CARMONA, A. (2002). Ciencia y pensamiento ilustrado. *Red Científica: Ciencia, Tecnología y Pensamiento*. em: <http://www.redcientifica.com/doc/doc200211220001.html>.
- GARNETT, P. J., GARNETT, P. J., HACKLING, M. W. (1995). Refocusing the chemistry lab: a case for laboratory-based investigations, *Australian Science Teachers Journal*, 41 (2), 26-32
- GIL PÉREZ, D., VALDÉS, P. (1996). La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (2), 155-163.

- GOUVEIA, R. (1997) *A Resolução de Problemas no Âmbito da Disciplina de Técnicas Laboratoriais de Física - Contributos para a formação de professores estagiários*, Tese de Mestrado em Supervisão, Universidade de Aveiro.
- GOUVEIA, R. (1996). A importância da resolução de problemas de Física e de Química no Ensino Básico e Secundário. *Gazeta da Física*, 19, (3), 18-21.
- GUIA DA ENERGIA SOLAR - CONCURSO SOLAR PADRE HIMALAYA
- HODSON, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (3), 299-313.
- LEI DE BASES DO SISTEMA EDUCATIVO (Lei nº 46/86 de 14 de Outubro), Portugal
- LEITE, E; RIBEIRO DOS SANTOS, M. (2004), *Nos trilhos da área de projecto*, Lisboa: DGIDC, Ministério da educação.
- LEITE, E., MALPIQUE, M., RIBEIRO DOS SANTOS, M. (1990), *Trabalho de Projecto 1. Aprender por Projectos Centrados em Problemas*, Ed. Afrontamento, Porto.
- LEITE, L. (2001). Contributos para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino das ciências. In DES (ed.) *Cadernos Didácticos de Ciências* vol. 1, Lisboa: Departamento do ensino Secundário.79-98
- LEITE, L., AFONSO, A., (2002). Prospective physical sciences teacher s ' use of laboratory activities : An analysis of its evolution due to a science teaching methods course. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1 (1), <http://www.saum.uvigo.es/reec/>.
- LEONARD WILLIAM, J.I, GERACE, WILLIAM, J. y DUFRESNE, ROBERT, J. (2002). *Hacer del análisis y del razonamiento el foco de la enseñanza de la física*, *Enseñanza de las Ciencias* 20(3): 387–400.
- LOPES, J. BERNADINO, (1994). *Resolução de problemas em físico e química*. Lisboa: Texto Editora.
- LOPES, B.; COSTA, N, (1996) Modelo de ensino aprendizagem centrado em resolução de problemas: fundamentação, apresentação e implicações educacionais. *Enseñanza de las Ciencias*, 14, 45-61.
- LOPES, J. BERNARDINO (2004), *Aprender e Ensinar Física / 1ª ed.- Aveiro: Universidade, 2002.- Textos Universitários de Ciências Sociais e Humanas. Fundação Calouste Gulbenkian - Fundação para a Ciência e a Tecnologia - Ministério da Ciência e do Ensino Superior.*
- LOUREIRO, M. J. (1993): “Concepções alternativas em Física: conceitos básicos de electricidade”, *Projecto MUTARE*, Universidade de Aveiro, Aveiro.

- LOUREIRO, M. J. (1991): “Uma nova abordagem ao ensino da electricidade – 8º ano”, *Actas do 2º Encontro Nacional de Didácticas e Metodologias de Ensino*, Universidade de Aveiro, Aveiro, 211- 223.
- LUNETTA, V. (1982). Inquiring and problem solving in the physical sciences. Kendall, Dubuque.
- MARTINS, A. (1999). Livro de Actas 3º Forum Ciência Viva. 36- 39
- MARTINS, A., MALAQUIAS, I., MARTINS, D., CAMPOS, A., LOPES, J., FIÚZA, E., SILVA, M., NEVES, M., SOARES, R. (2002) *Livro Branco da Física e da Química*, Sociedade Portuguesa de Física e Sociedade Portuguesa de Química.
- MARTINS, I. (2002) Problemas e Perspectivas sobre a Integração CTS no Sistema Educativo Português, *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1 (1), <http://www.saum.uvigo.es/reec/>.
- MONTEIRO, M., QUEIRÓS, I. (1994) *Área-Escola - Perspectivas de trabalho*, Porto, Porto Editora.
- NETO, A. J. (1995). Contributos para uma Nova Didáctica da Resolução de Problemas. Um Estudo de Orientação Metacognitiva em Aulas de Física do Ensino Secundário. Em <http://www.educ.fc.ul.pt/cie/teses/d-ajn.htm>.
- NETO, A. y VALENTE, M. O. (2001). Disonancias pedagógicas en la resolución de problemas de Física: una propuesta para su superación de raíz vygotskiana. *Enseñanza de las Ciencias*, 19 (1), 21-30.
- OÑORBE, A.; SÁNCHEZ, J.M. (1996) Dificultades en la enseñanza-aprendizaje de los problemas de Física y Química I. Opiniones de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias*, 14, 165-170.
- PEDROSA, M. Arminda (2001). Ensino das Ciências e Trabalhos Práticos – (Re)Conceptualizar ... - (Re)Pensar o Ensino das Ciências, Lisboa : Departamento do Ensino Secundário. 19-31
- PERALES, F. J. (1993) La resolución de problemas: Una revisión estructurada. *Enseñanza de las Ciencias*, 11, 170-178.
- PRIEB, C. (2002), Desenvolvimento de um Sistema de Ensaio de Módulos Fotovoltaicos. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Encontrado em <http://www.biblioteca.ufrgs.br/bibliotecadigital/2003-1/tese-eng-0363966.pdf>
- POZO MUNICIO, J.I. et al. (1994). La solución de problemas. Madrid: Santillana,S.A.

- QUIVY, R., CAMPENHOUDT, L. (1998). Manual de Investigação em Ciências Sociais. Lisboa, Gradiva.
- SANTOS, E.; PRAIA, J.(1992): “Percurso de Mudança na Didáctica das Ciências: Sua Fundamentação Epistemológica”, in *Ensino das Ciências e Formação de Professores, Projecto MUTARE*, Universidade de Aveiro, 7-34.
- Shiland, T. W. (1999). Constructivism: implications for laboratory work, *Journal of Chemical Education*, 76 (1), 107-108
- SILVA, J. (2001). Concepções e Práticas dos professores relativas ao Trabalho Experimental no Ensino da Física. Dissertação de mestrado (não publicada), Universidade de Aveiro.
- SOTO, I (2005). *Celdas fotovoltaicas en generación distribuída*. Pontificia Universidad Católica de Chile Escuela de Ingeniería. Em <http://www2.ing.puc.cl/power/paperspdf/pereda.pdf>
- SOUSA, A. (1999). Livro de Actas 3º Forum Ciência Viva. 33- 35
- VALADARES, J. (1997). O ensino experimental e o construtivismo. *Gazeta de Física*, 20 (1), 30-32.
- VALENTE, M.O.; NETO, A.; VALENTE, M.,(1989). Resolução de problemas em física. *Gazeta de Física*, 12 (2), 70-78.
- VALENTE, M. (1997). O trabalho do laboratório. Limites e possibilidades. Uma perspectiva histórica. *Gazeta de Física*, 20(1), 33-34.
- VÁSQUEZ, S. *et al* (2004). Planteo de situaciones problemáticas como estrategia integradora en la enseñanza de las Ciencias y la Tecnología. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 3 (1). Disponible en línea en: <http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen3/Numero1/Art4.pdf>.
- <http://www.minerva.uevora.pt/rtic/aprojecto/tproj/tpdefeni.htm>
- <http://www.lei.ucl.ac.be/multimedia/eLEE/PO/realisations/index.htm>
- Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito - CRESESB em <http://www.cresesb.cepel.br/tutorial/solar/apstenergiasolar.htm>
- <http://www.eletrica.ufpr.br/edu/ie00/transd/luischan/celulafoto.htm>
- <http://www.textoscientificos.com/energia>
- <http://www.biblioteca.ufrgs.br/bibliotecadigital/2003-1/tese-eng-0363966.pdf>

ANEXO 1

ANEXO 2

<p style="text-align: center;">ESCOLA EB 2,3 DE VILARINHO DO BAIRRO Área de Projecto CONVERSÃO DA ENERGIA SOLAR EM ENERGIA ELÉCTRICA Ano lectivo de 2004/20058º ano</p>

Lê as seguintes notícias:

PREÇO DO PETRÓLEO BATE NOVO RECORDE

O preço do barril de petróleo continua a subir tendo atingido, esta quinta-feira, os 48,20 dólares na bolsa de Nova Iorque, nos EUA. O aumento da importação do crude em cerca de nove por cento não evitou a queda nas reservas norte-americanas.

As plataformas do Golfo do México viram-se obrigadas a fechar portas devido ao furacão "Bonnie" o que provocou a ruptura dos estoques dos EUA que desceram de 1,3 milhões de barris para 293 milhões, valores apurados no passado dia 13 de Agosto.

Também o "brent", petróleo do Mar do Norte negociado em Londres, estabeleceu hoje um novo máximo histórico nos 44,17 dólares (35,72 euros), com o mercado a reagir às notícias de combates intensos em Najaf, no Iraque.

A Organização de Países Exportadores de Petróleo (OPEP) alertou para o facto de os países membros estarem a produzir perto da sua capacidade limite.

A ofensiva entre os norte-americanos e as milícias xiitas, o referendo ao presidente venezuelano, Hugo Chávez, e a instabilidade da petrolífera russa, Yukos, são as principais situações que têm assustado os investidores.

In "Correio da manhã" de 19 / 08 / 2004

GASOLINA PODE CUSTAR 1.3€

Até ao fim do ano o litro da gasolina pode chegar aos 1,3 euros (260 escudos) e o gasóleo poderá fixar-se acima de um euro (200 escudos), caso o preço do barril de petróleo chegue aos 50 dólares. A conclusão é de Casimiro Ramos, economista e dirigente da Associação Nacional dos Revendedores de Combustíveis (ANAREC).

"Se o preço do barril de crude continuar a subir até aos 50 dólares, o preço da gasolina e do gasóleo vai disparar para mais de 25 por cento até ao fim do ano", afirmou ao CM Casimiro Ramos, lembrando que ontem o barril de crude atingiu novo recorde, batendo nos 47,19 dólares (ver peça na mesma página).

O preço dos combustíveis em Portugal, desde o início do ano, com a entrada da liberalização, já aumentaram cerca de 15 por cento e, "pelos vistos, vão continuar a subir".

A explicação é simples: "As companhias portuguesas esgotaram os 'stocks' para evitarem comprar o petróleo aos preços actuais, acreditando que os preços iriam baixar por volta de Maio ou Junho", diz o economista. Mas isso não aconteceu e o petróleo tem estado a bater máximos históricos. Resultado: "Agora as petrolíferas portuguesas vêm-se obrigadas a comprar o crude muito mais caro para reporem os 'stocks' e venderem nos próximos meses".

Para a ANAREC, a subida do preço dos combustíveis beneficia apenas o Estado, que cobra mais impostos, e as petrolíferas, prejudicando os revendedores, que têm menos procura.

Daí que ontem, o presidente da ANAREC, António Saleiro, tenha dito que as câmaras municipais, empresas, agricultores, bombeiros ou ambulâncias, podem deixar de ter crédito nos postos de combustíveis, como habitualmente, "se os preços não baixarem urgentemente".

Contudo, caso a ANAREC concretize esta ameaça, o presidente da ANMP, Fernando Ruas disse que as autarquias irão "agir em conformidade".

"Nós também temos outros fornecedores que também nos dizem que não podem fornecer a crédito" e "procuramos escolher no mercado as soluções que nos satisfazem", explicou, escusando-se a pormenorizar as medidas que irá tomar.

VOOS AUMENTAM

A Air Luxor decidiu aplicar a partir de hoje um aumento de seis euros (por percurso) nas tarifas, para fazer face à escalada do preço do petróleo. Ou seja, numa viagem de ida e volta, seja nacional ou internacional, o aumento é de 12 euros. Também a TAP vai aumentar, a partir de segunda-feira, as tarifas conforme o percurso. Assim, de acordo com a companhia, o aumento será de três euros por percurso, nos voos de médio curso (ida e volta serão seis euros) e nos de longo curso, sete euros. A Portugaláia acompanha os aumentos da TAP e sobe as tarifas, a partir de segunda-feira, em três euros por percurso.

Denise Fernandes, In "Correio da manhã" de 19 / 08 / 2004

PREÇO DO CRUDE CHEGA AOS 49,40 DÓLARES

O preço do barril de crude protagoniza esta sexta-feira mais um valor recorde no mercado de Nova Iorque, atingindo os 49,40 dólares, enquanto em Londres, o Brent transaccionava-se a 45,00 dólares.

Os analistas prevêem que os preços continuem a subir na próxima semana mediante os receios de que a oferta não seja suficiente para satisfazer o aumento da procura. Receios provocados pelos recentes acontecimentos registados no Iraque, onde hoje um pipeline situado no norte do país foi alvo de um atentado e os confrontos entre as tropas norte-americanas e as milícias do líder radical xiita Moqtada Sadr, já levaram a um corte das exportações de 800 mil barris por dia desde Abril.

In "Correio da manhã" de 20 / 08 / 2004

POLUIÇÃO SEM FREIO

A emissão de gases de efeito de estufa (GEE), responsáveis pelo aquecimento global, aumentou 5,7 por cento em Portugal entre 2001 e 2002. Os dados foram ontem revelados pela associação ambientalista Quercus, que aproveitou para sublinhar a distância, cada vez maior, em relação às metas fixadas no Protocolo de Quioto.

Com efeito, em 2002, o nível de emissões de GEE, entre os quais o dióxido de carbono (CO₂), situava-se 13,5 por cento acima do limite estabelecido naquele documento, que visa reduzir as emissões a nível mundial, de modo a evitar o sobreaquecimento da Terra.

O aumento de emissões de GEE associa-se, nomeadamente, aos sectores dos transportes e da indústria, com reflexos no Produto Interno Bruto (PIB). Verifica-se, porém, uma discrepância entre o aumento de emissões (5,7 por cento) e o crescimento do PIB entre 2001 e 2002, limitado a 0,4 por cento. Ou seja, para produzir pouco mais foi preciso poluir muito mais.

"Assumindo a tendência desde 1990, Portugal poderá ter em 2010 um aumento de 66 por cento (de emissões) em relação a 1990, 39 por cento acima das obrigações de Quioto", observam os ambientalistas. Não cumprir as metas de Quioto implica ter de pagar por cada tonelada de CO₂ a mais no âmbito do mercado de emissões que funcionará, na União Europeia, a partir de Janeiro de 2005.

Ainda segundo os cálculos da Quercus, os custos para o País do incumprimento será de 273 milhões de euros/ano, estimando-se em 12 euros o preço da tonelada de dióxido de carbono 'excedentária'.

Isabel Ramos, In "Correio da manhã" de 30 / 05 / 2004

<p style="text-align: center;">ESCOLA EB 2,3 DE VILARINHO DO BAIRRO Área de Projecto CONVERSÃO DA ENERGIA SOLAR EM ENERGIA ELÉCTRICA Ano lectivo de 2004/20058º ano</p>

Lê a seguinte notícia:

Energia - Cada vez mais caro e escasso, o petróleo parece ter os dias contados

HÁ VIDA PARA ALÉM DO CRUDE

A exploração de fontes fósseis de energia pode em breve deixar de fazer sentido. As dificuldades dos especialistas em avaliar ao certo quanto tempo ainda dura o petróleo disponível no subsolo e os recentes aumentos no preço do crude têm despertado, cada vez mais, as atenções para a produção de energias renováveis, como a solar, eólica ou geotérmica.

Uma companhia britânica apresentou esta semana uma ideia que pode revolucionar a produção de energia: capturar a luz do sol para produzir o hidrogénio necessário para abastecer carros e edifícios.

A Hydrogen Solar foi capaz de converter mais de oito por cento da luz solar directamente em hidrogénio, utilizando uma tecnologia especialmente desenvolvida pela empresa. De acordo com os padrões industriais, uma fonte de energia precisa alcançar pelo menos 10 por cento de eficiência para tornar-se economicamente viável. “Nos últimos dois anos, conseguimos duplicar a eficiência”, congratulou-se David Auty, director-executivo da Hydrogen Solar. A energia produzida a partir de hidrogénio – uma energia limpa e renovável – ameaça estar prestes a poder substituir os combustíveis fósseis, com todas as vantagens que isso promete para o ambiente e para o bolso dos consumidores. “Ainda não estamos na economia do hidrogénio, mas ela tem o potencial para vingar quando a economia do petróleo se tornar insustentável”, afirmou Auty, numa entrevista à ‘BBC News’.

A instabilidade do mercado petrolífero tem sido crescente, assim como a preocupação em encontrar uma fonte de energia alternativa economicamente viável. O Presidente norte-americano, George W. Bush, anunciou no ano passado um investimento de 1,7 mil milhões de dólares (1,4 mil milhões de euros) no desenvolvimento de automóveis movidos a hidrogénio. Vários gigantes da indústria automobilística, como a Ford e a General Motors (GM), entraram na corrida pelos carros, camiões e autocarros movidos a hidrogénio. A GM revelou planos para se tornar a primeira empresa a vender um milhão de veículos movidos a hidrogénio na próxima década. Em Portugal, os autocarros a hidrogénio já circulam, nomeadamente no Porto, mas o seu grande problema é que, para produzir o hidrogénio, que não polui, não deixa de ser necessário queimar outro tipo de combustíveis, esses sim, poluentes.

Isso pode em breve deixar de ser assim, se a solução encontrada em Inglaterra se revelar viável. A tecnologia desenvolvida pela Hydrogen Solar consegue extrair o hidrogénio da água apenas usando a luz do sol, sem necessidade de combustíveis fósseis poluentes, e armazená-lo para uso posterior.

Outras formas de energia renováveis, como a eólica, hídrica ou biológica apresentam-se como alternativas à energia fóssil, que todos os anos despeja na atmosfera 6,5 mil milhões de toneladas de carbono, sob a forma de gás carbónico. Resta agora apenas esperar que a tecnologia evolua a ponto de tornar essas alternativas viáveis do ponto de vista económico e que a sociedade compreenda a sua importância.

EM BUSCA DE FORMAS DE ENERGIA LIMPAS E EFICIENTES

EXEMPLO

A pequena ilha norueguesa de Utsira, onde se registam ventos potentíssimos durante todo o ano, tornou-se na primeira sociedade independente de fontes de energia fósseis. A ilha conta com a produção de energia eléctrica a partir de dois aerogeradores e um tanque de hidrogénio.

SOLUÇÃO NO AR

Financiado pela União Europeia, o projecto Cryoplane desenvolveu uma base conceptual para uma nova geração de aviões ecológicos. Os primeiros protótipos de aviões movidos a hidrogénio já estão nas mesas das grandes empresas líderes no sector da indústria aeronáutica, como a Airbus Alemanha.

POLUIÇÃO

Com o aumento da poluição atmosférica, o aquecimento global tem aumentado. Nos próximos 100 anos, espera-se um aumento da temperatura média do planeta de 3º C e um aumento do nível da água do mar que põe em risco de inundação cerca de 80 milhões de pessoas.

ALTERNATIVAS

Há várias formas de produção de energia limpa. Os parques eólicos têm-se multiplicado. O sol pode ser aproveitado para produzir electricidade e energia térmica. Actualmente tem-se estudado formas de aproveitar as ondas do mar. A biomassa e o biodiesel mostram grande potencial.

Rodrigo de Matos, in “Correio da manhã” de 15 / 08 / 2004

ESCOLA EB 2,3 de Vilarinho do Bairro
Área de Projecto
CONVERSÃO DA ENERGIA SOLAR EM ENERGIA ELÉCTRICA

Ano lectivo de 2004/2005

8º ano

O presente inquérito não se destina a avaliação. Destina-se à recolha de opiniões sobre o trabalho desenvolvido na disciplina de Área de Projecto, com o objectivo de o melhorar.

1. Faz uma descrição de todo o trabalho realizado na disciplina de Área de Projecto

2. Qual foi a actividade que mais gostaste? Porquê?

3. Qual ou quais as actividades onde sentiste mais dificuldades? Aponta possíveis razões para esse facto.

4. Indica onde pesquisaste informação para o trabalho. (Coloca os sítios por ordem decrescente da sua importância.)

5. Indica possíveis influências que o trabalho possa ter tido com outras disciplinas

6. Indica que saberes precisaste de usar para elaborar o trabalho.

7. Faz uma crítica a todo o trabalho realizado.